

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号 Reference 3

特表平10-510138

(43) 公表日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
H 0 2 J 13/00	3 0 1	H 0 2 J 13/00 3 0 1 A
G 0 1 R 11/66		G 0 1 R 11/66 D
22/00	1 1 0	22/00 1 1 0 L
	1 3 0	1 3 0 C

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 132 頁)

(21) 出願番号 特願平8-521226  
 (86) (22) 出願日 平成8年(1996) 1月5日  
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 7月7日  
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 6 / 0 0 1 6 5  
 (87) 国際公開番号 W O 9 6 / 2 1 2 6 4  
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 7月11日  
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 3 6 9 , 6 7 9  
 (32) 優先日 1995年1月5日  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

Equivalent to Ref. 3

(71) 出願人 テコム・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国フロリダ州33602, タンパ,  
 ノース・フランクリン・ストリート 702  
 (72) 発明者 エラズ、グレゴリー・エイ  
 アメリカ合衆国フロリダ州33615, タンパ,  
 ギャレオン・ウェイ 6113  
 (72) 発明者 ハワートン、ロバート・ディー  
 アメリカ合衆国ジョージア州30033, デカ  
 ター、ウッド・トレイル・レーン 2582  
 (72) 発明者 スピーグル、ゲイリー・イー  
 アメリカ合衆国ジョージア州30033, デカ  
 ター、ハリウッド・ドライブ 2964  
 (74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー管理及びビルディング自動化システム

## (57) 【要約】

ローカル・エリア・ネットワーク又は住居自動化データ・バスを含む、エネルギー管理及び建物自動化システムである。接続されるそれぞれの負荷は、制御モジュールを介してバスに接続されている。第1のマイクロコンピュータは、好ましくは、顧客の敷地の外部に、電力会社の電力計に隣接して配置される。第2のマイクロコンピュータは、好ましくは、顧客の敷地の内部に配置される。これらの2つのマイクロコンピュータは、相互に、そして、種々の負荷制御モジュールと通信する。第1のマイクロコンピュータは、任意の適切な通信リンクを介して公益企業（例えば、電力会社）と通信する。第2のマイクロコンピュータは、部分的には、顧客に対しては、入力/出力端子として機能し、それによって、顧客は、パラメータを設定し、システムに電力使用情報に関する質問をすることができる。顧客によって要求された報告を表示し、更に、電力会社によって、また、両方のマイクロコンピュータによって送信されたメッセージを表示する。第1のマイクロコンピュータは、マスタ・コントローラ及び/又はネットワーク・サーバとして機能し、敷

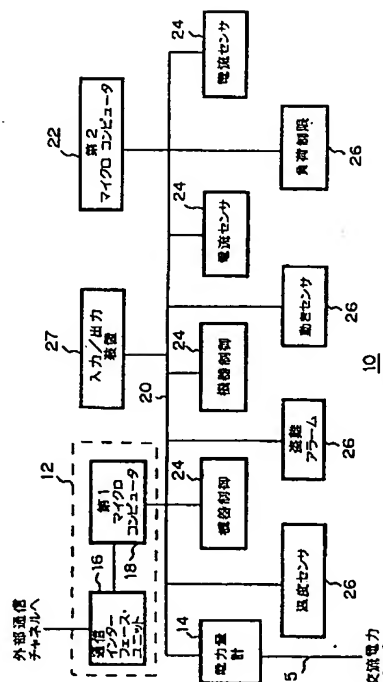


FIG. 1

**【特許請求の範囲】**

1. 第2のマイクロコンピュータと共に用いて顧客の敷地における複数の電氣的負荷の動作を制御する第1のマイクロコンピュータであって、

前記顧客の敷地で負荷制限動作を実現する要求を含むメッセージを、通信リンク上を、受け取り、前記第1のマイクロコンピュータに提供する手段と、

負荷の動作に関する事象を計画するコマンドを、前記第2のマイクロコンピュータから受け取る手段と、

前記顧客による電力又はエネルギー使用履歴を記述するデータを収集して記憶する手段と、

前記負荷制限動作と前記計画された事象とを実行するメッセージを、負荷制御モジュールに送信する手段と、

から構成される、第1のマイクロコンピュータ。

2. 前記敷地でのエネルギー消費を計測する電力量計を読み出す手段を更に含み、前記履歴データは、前記電力量計を読み出すことによって得られるデータを含む、請求項1記載の第1のマイクロコンピュータ。

3. 少なくとも1つの負荷装置によるエネルギー消費をモニタし測定する手段を更に含む、請求項1記載の第1のマイクロコンピュータ。

4. この第1のマイクロコンピュータの中にデータ構造を更に含み、前記データ構造に周期的に前記装置のそれぞれに対するエネルギー消費測定値を記憶する動作を実行する、請求項1記載の第1のマイクロコンピュータ。

5. マスタ・コントローラに対して、顧客の敷地における複数の電氣的負荷の動作を制御する二次コントローラであって、

前記マスタ・コントローラと通信する手段と、

メッセージを前記顧客に表示する手段と、

前記マスタ・コントローラから、1つ又は複数の負荷に対するエネルギー消費の履歴データを得る手段と、

要求に応答して、前記表示手段上に、前記エネルギー消費の履歴データを記述する報告を発生する手段と、

から構成される二次コントローラ。

6. 前記発生手段は、前記表示手段上に、前記敷地においてエネルギーが消費されるレートのグラフィカルな指示を作成する、請求項5記載の二次コントローラ。

7. 前記発生手段は、前記表示手段上に、選択された負荷装置がエネルギーを消費してきたレートのグラフィカルな指示を作成する、請求項5記載の二次コントローラ。

8. 電氣的負荷装置の動作を制御して、所定の時間に、電氣的本線に前記負荷を接続し、また、電氣的本線から前記負荷を切り離すシステムであって、

a. 相互に通信するように接続された第1のプロセッサ及び第1のメモリと、この第1のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第1の制御プログラムとを含む第1のマイクロコンピュータと、

b. 相互に通信するように接続された第2のプロセッサ及び第2のメモリと、この第2のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第2の制御プログラムとを含む第2のマイクロコンピュータと、

c. 前記第1のマイクロコンピュータからの命令に応答して前記負荷の条件を制御し、前記負荷を電氣的本線に接続し前記負荷を電氣的本線から切り離す命令を少なくとも含む、少なくとも1つの負荷制御モジュールと、

d. 通信チャンネルと、を備えており、

e. 前記第1及び第2のマイクロコンピュータと前記負荷制御モジュールとは、すべてが、通信チャンネルを介して相互通信するように構成され、それによって、前記第1のマイクロコンピュータは、前記通信チャンネルを介して、前記負荷制御モジュールに命令を送り、

f. ユーザによって前記第2のマイクロコンピュータに提供された入力データに回答して、前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータに、所定の時間に生じる負荷事象のデータベースを前記第1のメモリにおいて構築する命令を実行させ、

g. 前記第1のマイクロコンピュータは、前記第1のコンピュータ・プログラムにおいて、前記所定の時間の前記負荷事象を前記データベースから得る命令を

実行し、電気的本線に前記負荷を接続し、また、電気の本線から前記負荷を切り

離す命令を、前記負荷制御モジュールに送る対応する命令を実行する、システム

。

9. 前記チャネルは、前記電気の本線上に確立された電力線搬送通信チャネルである、請求項8記載のシステム。

10. 前記第2のマイクロコンピュータもまた、所定の時間に生じる負荷事象のデータベースを含み、前記第2のコンピュータ・プログラムと前記第1のコンピュータ・プログラムとは、前記第2のマイクロコンピュータがオンであるときは常に、前記第2のマイクロコンピュータにおけるデータベースと前記第1のマイクロコンピュータにおけるデータベースとの内容を同期させるように相互作用的に動作する、請求項8又は請求項9記載のシステム。

11. 前記第1及び第2のコンピュータ・プログラムは、前記第2のマイクロコンピュータがオフであった後にオンに最初に切り換えられたときに、前記第2のマイクロコンピュータにおけるデータベースと前記第1のマイクロコンピュータにおけるデータベースとの内容を同期させるように相互作用的に動作する、請求項10記載のシステム。

12. 連続的な所定の間隔の間に、前記本線に接続された負荷によって消費される電気的エネルギーを計測し前記計測されたエネルギーの値を与える電気的エネルギー消費計測サブシステムを更に含み、前記第1のマイクロコンピュータは、前記計測された値を、前記計測サブシステムから取得し、前記第1のマイクロコンピュータのデータベースに記憶するように動作し、間隔の連続に従ってインデックスが付せられている請求項10記載のシステムであって、

前記第2のマイクロコンピュータは、ときどき動作し、オンであるときには、所定の数の前記計測された値に対する要求を、前記第1のマイクロコンピュータに送信し、

前記第1のマイクロコンピュータは、前記要求の受信に応答して、前記第2のマイクロコンピュータに以前は送られていない前記所定の数の計測された値の中の任意の値を、前記第2のマイクロコンピュータに送信し、



前記第2のマイクロコンピュータは、前記計測された値の受信に応答して、対応するエントリを加えることによってそのデータベースを修正する、請求項10記載のシステム。

13. 少なくとも1つの負荷制御モジュールは、対応する負荷の電気的使用パラメータを測定するタイプであり、前記第1のマイクロコンピュータは、前記負荷制御モジュールから、前記通信チャネルを介して、前記測定値を含むメッセージを受け取るように構成され、前記第1のマイクロコンピュータは、前記第1のデータベースの中に、前記測定値を前記対応する負荷と関連させるように、前記測定値を記憶するように動作される、請求項12記載のシステム。

14. 少なくとも1つの負荷制御モジュールが、対応する制御された負荷の両端の電圧と、前記負荷を流れる電流と、前記電圧に対する前記電流の位相角とを測定するように構成されている、請求項12記載のシステム。

15. 前記制御された装置のエネルギー消費と、前記装置の力率とを計算する手段を更に含む、請求項14記載のシステム。

16. 前記計算手段は、前記負荷制御モジュールに位置する、請求項15記載のシステム。

17. 第2のマイクロコンピュータは、前記第1のマイクロコンピュータから前記測定値を要求するように動作可能であり、前記第1のマイクロコンピュータは、前記第2のマイクロコンピュータに前記測定値を送信することによって前記要求に応答し、前記第2のマイクロコンピュータは、次に、前記測定値を前記第2のデータベースに前記対応する負荷と関連させて記憶する、請求項13記載のシステム。

18. 第1のマイクロコンピュータは、第1の所定の数の日の計測された値と第1の所定の数の負荷の測定値とを記憶することができ、第2のマイクロコンピュータは、第2の所定の数の日の計測された値と第2の所定の数の負荷の測定値とを記憶することができ、更に、前記第1及び第2のコンピュータ・プログラムは、前記第1及び第2のマイクロコンピュータ上で、それぞれ、相互作用的に動作し、前記第2のマイクロコンピュータが不活性であった後に活性化するとき

は、これらの計測された値と負荷測定値とを転送して、前記第2のマイクロコンピュータにおける計測された値と負荷測定値とのデータベースの内容を、前記第1のマイクロコンピュータにおける計測された値と測定値とのデータベースと同期させる、請求項13記載のシステム。

19. 前記第1及び第2のプログラムは、相互作用的に動作して、電力が遮断された後のデータベースの内容をある時間周期に対する第2のマイクロコンピュータと同期させる、請求項18記載のシステム。

20. 前記第1及び第2のプログラムは、相互作用的に動作して、電力がオンにされた後のデータベースの内容を最初の時間に対する第2のマイクロコンピュータと同期させる、請求項18記載のシステム。

21. 前記第2のマイクロコンピュータにおけるデータベースは、前記第1のマイクロコンピュータにおけるデータベースよりも、より多くの計測された値とより多くの負荷測定値とを記憶することができる、請求項18記載のシステム。

22. 少なくとも1つの電氣的負荷装置の動作を制御し、電気エネルギー供給者から受け取った負荷制限コマンド信号に応答して、前記負荷のそれぞれを電氣的本線から切り離し、又は、前記負荷が電氣的本線に接続されるようにするシステムであって、

a. 相互に通信するように接続された第1のプロセッサ及び第1のメモリと、この第1のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第1の制御プログラムとを含む第1のマイクロコンピュータと、

b. 公益企業から前記負荷制限コマンド信号を受信する手段と、

c. 前記第1のマイクロコンピュータからの命令に応答して前記負荷の条件を制御し、前記負荷を電氣的本線に接続し、また、前記負荷を電氣的本線から切り離す命令を少なくとも含む、少なくとも1つの負荷制御モジュールと、

d. 通信チャネルと、

e. 前記第1のマイクロコンピュータと前記負荷制御モジュールとは、通信チャネルを介して相互通信するように構成され、それによって、前記第1のマイクロコンピュータは、前記通信チャネルを介して、前記負荷制御モジュールに命令

を送り、

f. 前記第1の制御プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータの動作を実現させ、前記受信手段による負荷制限コマンド信号の受信に応答して、少なくとも1つの負荷制御モジュールに、命令を送って、前記コマンドに対応する前記負荷制御モジュールの動作を実現する、システム。

23. 前記受信手段は、前記第1のマイクロコンピュータと同じ位置にある、請求項22記載のシステム。

24. それぞれの負荷制御モジュールには、負荷装置が関連し、それぞれの負荷装置には、可能な負荷制限優先順位の有限の組の間から1つの負荷制限優先順位が割り当てられ、電気エネルギー供給者からのそれぞれの負荷制限コマンドは、その中に、前記コマンドがそれに対して動作的である優先順位レベルの仕様を含む、請求項22記載のシステムであって、

g. 前記第1のマイクロコンピュータの中に、データ構造が、前記負荷装置のそれぞれに対して、その割り当てられた負荷制限優先順位を含み、

h. 前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記データ構造における割り当てられた負荷制限優先順位に응答して、前記第1のマイクロコンピュータを動作させ、その優先順位レベルが前記負荷制限コマンドが動作的である優先順位に対応する負荷に対する前記負荷制御モジュールに負荷制限コマンドを送る、請求項22記載のシステム。

25. 前記第1のマイクロコンピュータは、また、それぞれの負荷に対して、所定の時間に生じる負荷事象のリストを含むデータ構造を含み、前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータを動作させて前記負荷制御モジュールの動作を実現させ、前記事象の中の任意のものが先に発行された負荷制限命令と矛盾するときに除いて、前記事象を実現する、請求項13記載のシステム。

26. g. 前記第1のマイクロコンピュータの前記第1のメモリにおいて、データ構造は、前記負荷制御モジュールのそれぞれに対して、前記モジュールによって制御される前記負荷装置のための装置タイプ識別子を少なくとも1つと、前

記モジュールの対する識別と、可能な負荷制限優先順位の有限な組の中から選択された前記負荷装置のための割り当てられた負荷制限優先順位と、を含み、

h. 前記第1のコンピュータ・プログラムは、電気的エネルギーの供給者からの負荷制限コマンドの受信に応答して、前記第1のマイクロコンピュータの動作を制御し、負荷制限命令を、前記負荷装置に対する関連する装置タイプ識別子がモジュールによって制御される制御モジュールにだけ送り、前記モジュールの識別

とその負荷装置に対する割り当てられた負荷制限優先順位とは負荷制限コマンドにおける仕様に一致し、それに対してコマンドが動作的である負荷に対する負荷制限コマンドを有する、システム

27. 前記負荷制御モジュールは、前記本線上において停電が生じた際には、前記電気の本線からその関連する負荷を切り離すように構成され、負荷制御モジュールに命令してその関連する負荷を前記停電の終了後に前記電気の本線に再度接続することを可能にする、請求項22ないし請求項26記載のシステム。

28. 前記負荷制御モジュールに命令する前記手段は、前記モジュールに、前記停電の終了後の所定の時間に前記再接続を可能にする命令を送り、異なるタイプの負荷装置に関連する異なる負荷制御モジュールに対しては、異なる所定の時間が用いられる、請求項27記載のシステム。

29. 前記負荷制御モジュールに命令する前記手段は、前記モジュールに、前記停電の終了後の擬似的にランダムな時間に前記再接続を可能にする命令を送る、請求項27記載のシステム。

30. 前記疑似ランダムな時間は、負荷制御モジュールごとに変動する、請求項29記載のシステム。

31. 電気的負荷に電力を供給する電気的分岐回路における電流の状態の遠隔的な判断を可能にするモニタであって、

a. 分岐電流が流れ、変圧器の二次巻線を形成する巻線であって、前記分岐回路は前記変圧器の一次巻線を形成する、巻線と、

b. 前記巻線の出力が第1の所定のスレショルド値を超えるかどうかを判断する第1の手段と、

c. 前記第1の手段とインターフェースして、前記スレシヨルドとの比較による前記分岐回路における電流状態を示すメッセージを供給する通信チャンネルに決定する手段と、

から構成されるモニタ。

32. 前記巻線の出力が第2の所定のスレシヨルド値を超えるかどうかを判断する第2の手段を更に含み、前記インターフェース手段は、更に、前記第2の手段にインターフェースして前記通信チャンネルに決定する手段を更に含む、請求項

31記載のモニタ。

33. 負荷に交流電流を与え前記負荷に交流電圧を与える分岐回路導線を有する分岐回路上の電氣的負荷による電氣的エネルギー消費に関するパラメータを決定するモニタであって、

a. 前記負荷上の交流電圧のゼロ交差において前記分岐回路における電流を決定する手段と、

b. 前記ゼロ交差の後の電氣的な90度で、前記分岐回路における電流を決定する手段と、

c. 前記電圧に前記電流の少なくとも1つを乗算することによって、前記負荷によるエネルギー消費の少なくとも1つの測度を計算する手段と、

から構成されるモニタ。

34. 前記負荷の両端の電圧を測定する手段を更に含む、請求項33記載のモニタ。

35. 停電の発生の後で、負荷の配電システムへの復旧を制御する方法であって、

a. 前記負荷のそれぞれに対して、前記配電システムと前記負荷との間の接続を制御する関連する負荷制御モジュールを供給するステップと、

b. 電力が復旧する際には、それぞれのモジュールに、前記関連する負荷を予め定義されたシーケンスでの前記配電システムへの再接続をイネーブルする命令を送るステップと、

を含む、方法。

36. c. 停電の後の短い時間の間に電氣的バックアップ制御電力を供給することのできるバックアップ電源を提供するステップと、

d. 停電が生じたときには、バックアップ制御電力が失われる前に、すべての制御モジュールにメッセージを送り前記負荷を前記配電システムから切り離すステップと、

を更に含む、請求項35記載の方法。

37. 前記予め定めたシーケンスは、前記負荷タイプとその再開要件とに基づく、請求項35記載の方法。

38. それぞれのモジュールに命令を送り再接続をイネーブルする前記ステップは、電力復旧の後の疑似ランダムな時間での再接続を実現する、請求項35記載の方法。

39. 電氣的エネルギー供給者の配電システム上での防止的な維持を容易にする方法であって、前記システムは、その上を電力が複数の顧客の敷地に搬送される複数のケーブルを含み、一時的な停電は、ケーブルに影響を与える自然的な及び非自然的な原因に起因して前記ケーブル上で生じる、方法において、

a. 前記顧客の敷地のそれぞれにおいて、その上の電力信号の存在に関して電力ケーブルをモニタするステップと、

b. 前記ケーブルの上でのモニタされた電力中断が継続した時間を測定するステップと、

c. 中断の後で前記ケーブルの上での電力搬送が復帰する際に、エネルギー供給者に対して、中断の発生とその時間とを通信するステップと、  
を含む、方法。

40. クロック・リセット・コマンドを送信して、顧客の敷地の負荷におけるクロックをリセットするステップを更に含む、請求項39記載の方法。

41. d. 前記通信を用いて、その上で中断が生じたケーブルを局所化して、前記中断の原因を解消するクルーを派遣するステップを更に含む、請求項39記載の方法。

42. 請求項1、8又は22の中の任意の請求項に記載の装置であって、前記

第1のマイクロコンピュータは、更に、

- a. クロックと、
- b. 関連する電気的本線上での電力搬送が中断されるときには、前記クロックによって確立される時間を記録する手段と、
- c. 前記中断の結果において動作可能になりその継続時間を決定する手段と、
- d. 前記中断が生じた時間とその継続時間とを自動的に報告するように動作可能な手段と、

から構成される装置。

43. 電気的負荷装置の動作を制御して、特定の条件下で、前記負荷を電気的

本線に接続し、また、前記負荷を電気的本線から切り離すシステムであって、

- a. 相互に通信するように接続された第1のプロセッサ及び第1のメモリと、この第1のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第1の制御プログラムとを含む第1のマイクロコンピュータと、
- b. 相互に通信するように接続された第2のプロセッサ及び第2のメモリと、この第2のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第2の制御プログラムとを含む第2のマイクロコンピュータと、
- c. 前記第1のマイクロコンピュータからの命令に応答して前記負荷の条件を制御し、前記負荷を電気的本線に接続し前記負荷を電気的本線から切り離す命令を少なくとも含む、少なくとも1つの負荷制御モジュールと、
- d. 通信チャンネルと、を備えており、
- e. 前記第1及び第2のマイクロコンピュータと前記負荷制御モジュールとは、すべてが、通信チャンネルを介して相互通信するように構成され、それによって、前記第1のマイクロコンピュータは、前記通信チャンネルを介して、前記負荷制御モジュールに命令を送り、
- f. ユーザによって前記第2のマイクロコンピュータに提供された入力データに응答して、前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータに、少なくとも特定の負荷に対して、前記ユーザが前記負荷を動作させるエネルギーに対して進んで支払いをするユーザが与えた最大のレートを含むデー

データベースを前記第1のメモリにおいて構築する命令を実行させ、

g. 前記負荷の動作に対するエネルギー・レートの変化を公益企業から受信する手段と、

h. 前記第1のマイクロコンピュータは、前記第1のコンピュータ・プログラムにおいて、前記データベースから、前記ユーザの与えた最大のレートを取得する命令を実行し、前記最大のレートを前記電氣的エネルギー供給者から受け取ったレート変更と比較して、前記受信したレートが前記最大のレートを超える場合及びそのときに、前記負荷制御モジュールに送る、システム。

44. 顧客の敷地における外部ソースから供給された電氣的エネルギーの利用に関する情報を供給する方法であって、

a. 前記敷地で用いられる電氣的エネルギーを計測し、エネルギー消費計の読み出しを生じるステップと、

b. 間隔において、メモリに、メータの読み出しを記憶するステップと、

c. 間隔において、前記敷地における複数の負荷装置のそれぞれによる電力消費を測定するステップと、

d. 前記負荷装置のそれぞれに関連して、そのための電力消費測定値を、前記メモリに、記憶するステップと、

e. それぞれの負荷装置に対して、前記負荷装置を識別する情報を、前記メモリにおいて、関連させるステップと、

f. 前記負荷装置のそれぞれによって、また、前記敷地全体によって、消費された電氣的エネルギーの詳細を時間の関数として与える報告を提供するステップと

を含む方法。

45. 異なるクラスの負荷装置と関連して、前記クラスの装置のそれぞれに関連するレートを、時間の関数として、前記メモリに、記憶するステップを更に含む、請求項44記載の方法。



## 【発明の詳細な説明】

エネルギー管理及びビルディング自動化システム発明の分野

本発明は、住居又は職場の自動化（オートメーション）の分野と、配電システム管理とに関する。更に詳しくは、本発明は、居住用及び商業用の敷地における電氣的負荷の需要側の管理とこれらの負荷のそれ以外の制御とのためのコンピュータ制御されたシステムに関する。このシステムは、好ましくは、制御コンピュータと負荷との間の通信に関してはその敷地内で電力線搬送（power-line carrier=PLC）技術を用い、電力会社によって供給される設備の（すなわち、顧客の）場所にある電力量計（watt-hour meter）との通信にはPLC又はRF技術を用いる。このシステムは、電力会社と顧客の敷地との間の通信に関しては、PLC技術又は別の通信技術を用い得る。更に、本発明は、このシステムを用いて、顧客の敷地（住居）における外部データ通信サービス、電気機器(appliances)、娯楽サービス及び通信装置の間のブリッジを提供する。

発明の背景

過去何年かの間、ユーザによる発電能力のより有効な利用と電氣的負荷のより高度な制御とを達成することに対して、大きな関心が寄せられてきている。資源の非効率的な利用の生態系への影響や経済的なコストに関する意識が向上してくることにより、電力消費者は、自分たちの使用パターンを変更することの望ましさをより強く意識するようになってきている。電力会社の中には、1日の時間帯に従って変動するレートを提供して顧客が衣服乾燥機、プールのポンプ及びディッシュウォッシャなどをピークを外れた（オフ・ピークの）時間に動かすことを奨励している会社もある。一般的に、需要がピークの時間帯には高いレートで課金され、需要がオフ・ピークの時間帯には、それよりも低いレートで課金がなされる。別のアプローチとして、レートをより頻繁に（例えば、時間ごとに）変化させることが可能であるように設定を行う1日の時間帯ごとの（time-of day）レートを拡張することも行われる。しかし、そのためには、顧客は、それぞれのレートの変化を知らされ、そのレートではどの電気機器を使用することを希望す

るかを決定することが必要となる。このプロセスを自動化するには、電力消費者は、自分自身の住居又は職場において、負荷による電力利用をモニタし制御することが必要である。

しかし、顧客は、典型的には、月ごとの請求書を見るときにだけしか、時間管理されている電気機器利用の利点を知ることはできないし、請求書は、非常に僅かな情報しか与えてくれない。顧客は、通常の状態では、ある電気機器を使用すると別の電気機器と比較してどのくらいコストがかかるのかなど、実際に知ることとはできない。月々の請求書の情報を用いてこのような比較を行うことは、おそらく、現実的ではない。その理由は、他のすべてのエネルギー消費を一定に保ちながら、ある月には第1の電気機器の使用を変動させ、別の月には別の第2の電気機器の使用を変動させるような、複数月に亘って制御を行うような実験を行うことは、現実的ではないからである。そのような制御を行う実験をするのでなければ、特定の電気機器を動作させるコスト、更には、2つの異なる電気機器を動作させる際のコストの比較、又は、ある電気機器をある特定のレートで動作させることによっていくら節約できるのかなどを、月単位の請求書からは、判断できない。従って、1つ又は複数の電気機器によって消費される電力量とそれらの電気機器を動作させるコストとに関するレポートを、顧客に、タイムリーに提供するシステムが必要となる。

更に、顧客が、電気機器の動作に関してコストに基づく決定をし、その決定を実効化できるようにすることも必要である。多くの電力会社の顧客は、電気料金をコントロールすることを望んでいる。例えば、顧客は、エネルギー・コストが自分自身が設定した（所定の）レベルよりも低くなるような限度で、又は、外の気温が一定の範囲にある場合にだけ、スイミング・プールのヒータを動作させることを望むかも知れない。更に別の例を挙げると、新しい効率的な電気機器に交換するとそれ自身のエネルギー消費が低いことによりどれくらいの期間で元が取れてしまうかを知らない顧客によって、古くて非効率的な電気機器を交換するかどうかの判断が遅れる可能性がある。これは、現在の古い電気機器による電力消費が分かっていないからである。商業的な顧客の場合には、コストを示すことができ

るのであれば、エネルギー・コストの比較に基づいて、プロセス選択の決定をすることが可能になる。

電気エネルギーに対して課金されるレートは少なくとも部分的には（例えば、燃料コストに反映されるように）その時点でのシステム全体の需要の関数であるので、予算が固定されている顧客は、レートが低いときには、レートが高いときよりもより多くの電力を消費できる。従って、そのような顧客は、レートに依存する使用の決定ができることを望む。もちろん、電力会社が任意の時点でレートを変更できるとしても、顧客が、レート情報の放送を何もしないで聞いていたり見ていたりすることを望む可能性は低い。レートの放送に対する自動的な応答が望ましい。そのような自動的な応答は、多くの形態をとることができ、新たに発表されたレートだけではなく、感知された温度、1日のうちの時間帯、タスクの緊急性（例えば、電気機器の優先レベルなど）などのそれ以外の要因（ファクタ）にも基づいて条件が決定される。自動的な応答が不可能であるということは、融通のきくレート変更の放送の発展をこれまで抑制してきた要因の1つであり、既存のレート変更放送は、一般に、ピーク及びオフピーク・レート周期の開始及び終了を知らせることに限定されている。

しかし、顧客が自分自身の使用パターンを制御し使用の決定を実現できることは、電力管理の1つの側面に関わるに過ぎない。顧客の自主的な行動だけでは、過剰な電力需要などの問題を回避するのに十分ではない場合もある。理想的には、負荷管理システムは、ユーザだけでなく、電力供給者（すなわち、電力会社）もまた、電力本線（power mains）に接続された負荷を、ある程度は制御できるものである。

これらの関心により、「負荷の制限」（load shedding）（すなわち、装置又は負荷を、選択的にオフにすること）などの制御機能の実行を可能にする種々のシステムが得られている。例えば、商業的に利用可能な及び文献上利用可能な多数の住居及び建物自動化（ビルディング・オートメーション）システムが存在している。これらの自動化システムの多くによれば、ユーザは、定められた時間にだけ、電気機器をオンさせる、すなわち、動作させるように予定することが可能になる。あるシステムによれば、レートが又は需要が高いと公表されている周期の

間には、特に装備された電気機器は、オフにすることが可能になる。しかし、（顧客に加えて）電力供給者側がシステムから負荷を選択的に（例えば、特定の顧客の特定の負荷を）除去したり、予め設定した時刻にだけそれらをオンにすることを可能にするシステムは、あったとしても、きわめて僅かである。

嵐などの自然災害や、極端な気象状況（例えば、熱波や異常な寒さ）の際に生じる過度の負荷などによる停電の際には、電力会社は、深刻な問題を抱えることになる。瞬時電力が復旧され大きな切断された負荷がラインに復帰し、配電グリッドに接続されている負荷又は再び接続された負荷のすべてが付勢されると、巨大なサージ電流が生じ、従って、負荷、ライン及び変圧器のインダクタンスに起因する大きな過渡電圧スパイクが誘導されるが、これにより、配電ネットワークが不安定になり、電力本線に接続された機器が損傷する虞がある。ただし、保安機能によって、変電所や発電機が負荷の需要に対応するためにオンラインでなければならないまさにそのときに、変電所や発電機をラインから切り離して、機器が損傷することを回避することは可能である。そのようなことの発生を防止するために、電力会社は、そのような停電の際に、ラジオ局に、顧客が電力が復旧するまで電気機器やそれ以外の負荷をオフにしておくように要求する放送をしてもらうことになる。電力会社がその営業地域の負荷への電力の復旧を、中央の位置から制御し発散させることができるのなら、そのような過渡状態の脅威及びそのような過渡状態を扱う際の問題点は、大きく軽減され得る。電力会社又は政府機関はまた、問題が生じている状況下において、あるタイプの負荷に対して選択的に配電を行い、あるタイプの負荷に対しては配電を停止することを望む場合がある。例えば、自然災害の際や、異常に暑い夏の日などの負荷のピーク時には、特定の顧客、又は、温水器、プール用ポンプ、エア・コンディショナなどの特定のタイプの電気機器、すなわち、一般に優先度の低い（すなわち、不可欠とはいえない）負荷への配電を制限して発電機又は配電システムに関する問題発生を回避するのが、合理的な電力システム管理計画である。このアプローチを採用すると、電力会社は、極端な状況に対応することだけを目的とする変電所又は発電設備の建設に要する出費を回避することが可能になる。

それ以外のサービス供給者（例えば、水道局、ガス供給業者、ケーブルテレビ

会社など)も、自分たちの顧客との意志交換を望むことを表明しているが、ただし、そのためのシステムが、広範な通信ネットワーク及び融通性を有する制御システムを設置する費用の点で一定限度であることが条件となっている。

以上の点を鑑みると、居住者又は商業的な公益企業(例えば、電力会社)の顧客全体によってだけでなく、顧客が使用する特定の負荷によって消費されるエネルギー(電力)をモニタする自動化システムに対する必要性が存在していることは明らかである。更に、公益企業の顧客が容易に作動させることによりその負荷の動作を制御することが可能となる自動化システムに対する必要性が存在している。望ましくは、このシステムによれば、顧客は、電力会社が供給するエネルギー・レート情報と顧客が提供するパラメータとに応答して負荷が機能したり機能しなかったりするようにプログラミングが可能である。更に、電力会社が負荷を選択的に制御することのできるシステムに対する必要性も存在する。

#### 発明の概要

本発明による自動化システムは、電子機械工業会(Electronic Industries Association)のCEBusなどの、住居自動化データ・バスに好ましくは基づくローカル・エリア・ネットワークを含む。これを実現する要素は、米国フロリダ州Ocalaのインテロン社(Intellon Corporation)によって市販されている。この自動化システムによって制御されるそれぞれの負荷は、制御モジュールを介してバスに接続される。制御モジュールは、リレー又はスイッチ(以下では、「ブレーカ」又は「回路ブレーカ」と称する)を含み、コマンドによって、又は、停電発生時に、又は、その両方の場合に、負荷を本線(mains)から切り離す。更に、制御モジュールは、接続された負荷に電流が流れているかどうかを判断する電力モニタ、又は、負荷によって消費される電力(これから、エネルギー消費を計算する)をモニタする電力モニタを含み得る。電力モニタは、バス上に、質問(query)メッセージに応答して、負荷によって消費されている電力に関するデータを与える。両方のタイプのモニタ共に、バス上に、負荷状態又は負荷状態の変化を示すメッセージを与える。別のタイプの負荷制御モジュールは、ディマ(dimmer)回路(ランプ付きのモジュールの場合)、又は、速度制御回路(モータと共に用いられるモジュールの場合)を含む。このように、種々のタイプの

制御モジュールを考えることができる。このシステムは、更に、好ましくは、1対のマイクロコンピュータを含む。第1のマイクロコンピュータは、好ましくは、顧客の敷地の外部に、電力計に隣接して（あるいは、そのハウジングの内部に）設置される。第2のマイクロコンピュータは、好ましくは、顧客の敷地の内部に配置される。この2つのマイクロコンピュータは、相互に、そして、種々の負荷制御モジュールと、ネットワーク／データ・バス（例えば、CEBusプロトコルを実現するCEBusトランシーバを用いる）を介して通信する機能を有し、更に、少なくとも第1のマイクロコンピュータは、任意の適切な通信リンク（例えば、電力線搬送システム、無線、電話、光ファイバ、又は、ケーブルテレビ・ネットワークなど）を介して電力会社と通信する機能を有している。好ましくは、電力計は、遠隔的に読み取り可能なタイプであり、この目的のために、電力計には、好ましくは、バス・トランシーバを含むCEBusインターフェースが備わっており、それによって、電力計は、バス上を送られるコマンドを用いて読みとることができる。このように、電力量計は、好ましくは、ネットワーク／データ・バスを介して、少なくとも一方のマイクロコンピュータによって読み取り可能である。CEBusプロトコルは、任意の構成を用いることが可能であり、電力線搬送によるもの、RFによるもの、赤外線送信によるものなどが含まれる。CEBus電力線搬送技術によるものが、好適である。CEBus以外の設計のネットワークを用いることも可能であるが、適切な修正、例えば、Echelon社のLONWORKSなどが必要である。ネットワーク／データ・バスがCEBusシステム又はそれ以外の電力線搬送技術であるときには、顧客の敷地内でのすべてのデータ通信が交流電力線を介して行われる。これは、このシステムが、特別の又は余分な配線を設置することなく、任意の既存の配線済みの敷地にインストール可能であることを示している。しかし、システム的设计には十分に融通性があり、新たな構成においては、負荷からスイッチを切り離すことが可能であり、この2つは直列である必要はなく、従って、スイッチング回路は、安全性を高めコストを節約するために、低い電圧及び少ない電流で動作させることができる。すなわち、電気機器は、その制御モジュールにおけるブレーカを介してオン及びオフに切り換えることができ、これらのブレーカは、電力本線上のCEBus

信

号を介して制御されるので、本線上に正しい信号を与えることのできる任意の回路が、電気機器の動作を実行させることができる。更に、新たな住居又は商業施設における配線を、CEBus互換の照明器具や電気機器が市場に現れることによって、大幅に節約することができる。

敷地内にある第2のマイクロコンピュータは、部分的には、システムの入力／出力端子として機能し、これによって、顧客は、パラメータを設定することができる。電力使用情報に関してシステムに質問を発することができる。このマイクロコンピュータは、顧客に要求された報告を表示するし、また、電力会社及びどちらかのマイクロコンピュータによって送信されるメッセージも表示する。第1のマイクロコンピュータはマスタ・コントローラとして機能し、その敷地の外部の世界と通信し、負荷制御モジュールの主たるデータの収集者でありオペレータであり、他方で、第2のマイクロコンピュータは、入力／出力サブシステム（顧客の入力を受け取り、顧客に向けて、メッセージや報告を提供又は表示する）として機能し、ある種のバックアップ機能を与え、必要な場合には、二次的コントローラとしても機能する。オプションであるが、第1のマイクロコンピュータは、ネットワーク／バスを介してそれと通信する装置に対するサーバとしても用いられる。これらの装置は、「ダム(dumb)」ターミナルであったり、インテリジェントなユニットであったりする。例えば、これらの装置は、種々の媒体に対する通信ポートとなり、第1のマイクロコンピュータが、これらのポートの間の、又は、これらのポートの中の任意のものと1つ又は複数のダム・ターミナル若しくはインテリジェントなユニットとの間の、ルータとして機能することもあり得る。別の例としては、第1のマイクロコンピュータと双方向に動作するハンドヘルド型の装置があるが、この場合には、第1のマイクロコンピュータが、プログラム、計算上のサポート、通信などの機能を提供することによって、ハンドヘルド装置のコストを低下させることが可能になる。すなわち、ハンドヘルド装置は、第1のマイクロコンピュータにおいて既に存在している能力を利用することになる。このようなハンドヘルド装置の例としては、ゲーム・プレーヤ又はケーブル・

テレビ・コントローラなどがあり得る。例えば、ケーブル・テレビ信号は、特にそれが圧縮されている又はスクランブルされているデジタル信号の場合には、第1

のマイクロコンピュータの中に導かれて解凍（圧縮解除）又はスクランブル解除がなされ、次に、第1のマイクロコンピュータの内部バス上で、（Creative Labs社によるTVコードなどの）ボードによって、アナログ・ビデオ信号に変換される。そして、このアナログ・テレビ信号は、家庭のテレビ受像機に分配される。デジタル・テレビ受像機が利用できる場合には、圧縮された又はスクランブルされたデジタル信号は、第1のマイクロコンピュータの中に導かれて、解凍又はスクランブル解除され、解凍又はスクランブル解除されたデジタル・ビデオ信号は、デジタル・テレビ受像機に与えられる。ハンドヘルド・コントローラは、PLC又はRFCEBus又はそれ以外の通信チャネルを介して第1のマイクロコンピュータとインターフェースして、第1のマイクロコンピュータに、ユーザが視聴を希望するチャネル（プログラム＝番組）を、又は、ユーザが入手を希望するサービスを、指示する。第1のマイクロコンピュータは、プログラムを実行してユーザの承認を確認し、ケーブル・テレビ会社のコンピュータと通信して、課金又はそれ以外の情報を与える。これによって、ケーブル・テレビの番組を注文し提供することの両方に、大きな融通性を与えることができる。例えば、第1のマイクロコンピュータが、ケーブル・テレビのプロバイダに向けて、ユーザによって選択されたチャネルに関するメッセージ、その選択によってカバーされる時間、及び、プロバイダが望むそれ以外の情報を送ることができれば、ペイ・パー・ビュー（pay-per-view）システムを容易に構築することができる。ユーザとケーブル・テレビの（それ以外の情報の）プロバイダとの間で、私的なテキスト・メッセージを交換することも可能であり、それによって、顧客は、テレビ上で又は第2のマイクロコンピュータのディスプレイ上で、自分自身の口座情報を見ることが可能になる。ハンドヘルド・コントローラはまた、ピクチャ・イン・ピクチャ表示の発生など、第1のマイクロコンピュータにおいて実現可能な複数の機能の中から選択を行うのに用いることができ、その場合には、第1のマイクロコ



ンピュータは、選択された機能を提供するのに必要な処理を実行する。

敷地全体だけではなく個別の負荷による電力消費をモニタすることによって、顧客は、負荷の使用に関する決定を行うことを可能にする多くの情報を得ることができる。これらの決定の中には、電力会社によって課金されるレートに基づい

て条件が設定されるものもある。レートは、電力会社から顧客に向けて、一定時間ごとに公表される。電力会社は、選択された使用データにアクセスすることができ、また、顧客によってそのようなサービスを電力会社が行うことが承認されている場合には、第1のマイクロコンピュータへのメッセージを介して顧客の負荷の中の少なくともいくつかを制御することができる。

本発明のシステムは、また、負荷管理とは独立に用いることもできる。一方で住居又は商業的な敷地における装置と他方では情報若しくはサービスのプロバイダ又は電力会社の装置との間での通信インターフェースとして、高度に独立に、用いることもできる。

以下では、「電力会社(公益企業、utility company)」とは、文脈から明らかである場合はのぞいて、電力を配分する企業を意味し、その電力の直接的な発電機を意味したりしなかったりする。しかし、本発明の多くの特徴は、それ以外の公益企業や、公益企業以外のサービス・プロバイダにも同様に適用できる。

本発明の以上で述べた及びそれ以外の特徴、効果及び目的は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことによって、明らかになり、容易に理解できるようになるはずである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明によるシステムの例示的な実施例のブロック図である。

図2は、図1の例示的な実施例による第1のマイクロコンピュータのブロック図である。

図3は、この実施例による第2のマイクロコンピュータのブロック図である。

図4は、図2及び図3のマイクロコンピュータ上で動くプログラムの第1の実施例に対する、組合せブロック図及び高級ソフトウェア・プロセス図／流れ図である。

図5は、上述の実施例による第1のデータ構造の図解である。

図6は、上述の実施例による第2のデータ構造の図解である。

図7は、上述の実施例による第3のデータ構造の図解であり、特に商業的な敷地内での使用に適したものである。

図8は、上述の実施例による第4のデータ構造の図解である。

図9は、上述の実施例による第5のデータ構造の図解である。

図10は、上述の実施例による第6のデータ構造の図解である。

図11は、図4のステップ36Cによって与えられる本発明による例示的な入力画面の図解であり、顧客が機能的な選択を行うことを可能にするものである。

図12は、本発明による例示的な入力画面の図解であり、顧客が装置に特定の情報を入力することを可能にするものである。

図13は、本発明による例示的な入力画面の図解であり、顧客が一定の事象の予定をたてることを可能にするものである。

図14は、例示的な入力画面の図解であり、顧客がシステムから負荷装置を除去することを可能にするものである。

図15は、例示的な入力画面の図解であり、顧客がエネルギー・レートを入力することを可能にするものである。

図16は、第1のマイクロコンピュータにおいて第1及び第2のマイクロコンピュータのデータ構造を同期させるために実行されるステップを示す流れ図である。

図17は、第2のマイクロコンピュータにおいて第1及び第2のマイクロコンピュータのデータ構造を同期させるために実行されるステップを示す流れ図である。

図18は、図2及び図3のマイクロコンピュータ上で動くプログラムの第2の実施例に対する、組合せブロック図及び高級ソフトウェア・プロセス図／流れ図である。

図19は、本発明のユーザが図18のオペレータの選択モジュールにおいて利用可能な機能の中から選択するのに用いるための例示的な画面の図解である。

図20は、図19の画面上のメータ読み取り (Read Meter) 機能をユーザが選択するのに応答するメータ読み取りを示す例示的な画面の図解である。

図21は、ユーザが図19の画面上で報告 (Report) 機能を選択する場合に利用可能な選択を示す例示的な画面の図解である。

図22は、ユーザが図21の画面上でそのタイプの報告を選択する場合の、日々の負荷及び需要 (Daily Load and Demand) 報告を示す例示的な画面の図解

である。

図23は、ユーザが図19の画面上でグラフ (Graphs) 機能を選択する場合に利用可能な選択を示す例示的な画面の図解である。

図24は、本発明による負荷制御モジュールのための、複数の分岐回路における電流をモニタし遠隔的に負荷装置をオン・オフする回路の回路図である。

図25は、図24のマイクロコントローラにおいて実行される例示的なプログラムのための流れ図である。

図26は、複数の分岐回路において消費される電力をモニタする、本発明による負荷制御モジュールの回路図である。

図27は、図26のマイクロコントローラにおいて実行される例示的なプログラムのための流れ図である。

図28は、負荷制限 (shedding) 機能を実現するために第1のマイクロコンピュータにおいて実行される例示的なプログラムのための流れ図である。

図29は、本発明のある特徴による例示的な出力画面のコピーであり、1日よりもかなり長い期間に亘って測定され、同じ1日の間のその顧客の実際のエネルギー消費のプロットに対して合わせた、顧客による平均的なエネルギー使用のプロットを、1日の周期に亘る時間の関数として示している。

図30は、与えられた周期 (例えば、1週間) に対して、それぞれのモニタされている負荷とモニタされていないすべての集合的な負荷とによって用いられた電気エネルギーに関する、顧客 (例えば、ある家庭) に生じるコストを示す、本発明によって提供されるグラフィカルなレポートの図解である。

図31は、顧客 (例えば、ある家庭) に生じる全体の電気エネルギーのコストと

、それぞれのモニタされている負荷とモニタされていないすべての集合的な負荷とによる全体に対する寄与分とを、1日の時間の関数として示す、本発明によって提供されるグラフィカルなレポートの図解である。

図32は、顧客（例えば、ある家庭）がそれぞれのモニタされている負荷とモニタされていないすべての集合的な負荷とを動作させることにより生じる電気エネルギーの平均のコストを、選択された1日に関して示す、本発明によって提供されるグラフィカルなレポートの図解である。

図33は、エア・コンディショナなどの選択されモニタされている負荷を動作させるのに用いられる電気エネルギーに対する各月のコストを、1年全体に亘って示す、本発明によって提供されるグラフィカルなレポートの図解である。

図34は、図30と同様のレポートであるが、報告周期が1年である点だけが異なっている。

図35は、いわゆるエネルギー使用速度計を示す、本発明のある特徴による例示的な出力画面のコピーである。

図36は、顧客による電気エネルギーの1日の使用を示す、本発明のある特徴による例示的な出力画面のコピーである。

図37は、本発明による例示的な出力画面のコピーであり、1日の間の顧客の負荷の分散、すなわち、エネルギーが与えられたレベルで消費される長さを示している（最大値に対する比率で表現されている）。

図38は、第1のマイクロコンピュータにおいて確立された条件に従って付加装置をオン又はオフさせるための、本発明によるプログラムの流れ図である。

図39は、第1のマイクロコンピュータにおいて、顧客及び／又は電力会社によって前もって確立された全体時間、日付制限及びコスト制限に従って、付加装置をオン又はオフさせるための、本発明によるプログラムの流れ図である。

図40は、第1のマイクロコンピュータにおいて、顧客及び／又は電力会社によって前もって確立された全体時間又はエネルギー・コストの制限に従って、付加装置をオン又はオフさせるための、本発明によるプログラムの流れ図である。

#### 詳細な説明

図1を参照すると、本発明によるエネルギー管理システムの例示的な構成のブロック図が示されている。システム10は、通信インターフェース・ユニット16と第1のマイクロコンピュータ18とを含む顧客敷地外部ユニット(CPEU)12と、以下で論じる例では電力線搬送(PLC)バスであるローカル・エリア・ネットワーク通信媒体20と、第2のマイクロコンピュータ22と、複数の負荷感知及び/又は負荷制御モジュール24と、1つ又は複数の条件検出器26(例えば、温度センサ、運動センサ、盗難アラームなど)と、2つのマイクロコンピュータ上で実行され限定的ではないが以下で論じる1つ又は複数の機能を含む種

々の機能を実現するコンピュータ・プログラム(後に詳細に述べる)と、を含む。好ましくは、このシステムは、また、電氣的に読み取り可能な電力量時間(すなわち、エネルギー使用)計14を含み、電力は、これを通して、交流配電本線15からシステムの残りの部分に与えられる。負荷制御モジュール24は、別のタイプのものでもよく、例えば、単純なオン・オフ・スイッチであったり、電流又は電力センサを含んでいたりする。更に、このシステムは、オプションであるが、一般的に参照番号27によって示されている、1つ又は複数の他の専用、単一目的、又は、複数目的の入力、出力、又は入力/出力装置を有することもあり、これらはすべて、バス20を用いて第1のマイクロコンピュータと通信し、任意の所望のプログラムがその上で実行される第1のマイクロコンピュータの計算能力を利用する。これらの追加的な装置は、様々な分散した領域における、顧客の通信及び情報に関する必要性を満足させることができる。

すべての場合において、コンピュータ、負荷及びバス上のそれ以外の装置への交流電力の供給は、簡単明瞭にする目的のために、割愛してある。また、それぞれのコンピュータ又はそれ以外の装置は、バスに接続しバス・プロトコルを実現するためにバス・インターフェース・ユニットを有していなければならないが、これらのインターフェース・ユニットも、明示的には示されていないが、わかりにくさを回避するために除外してある。

2つのマイクロコンピュータは、共に、インテル社のx86ファミリのプロセ

ッサ、パワーPCファミリのマイクロプロセッサ、又はそれらと同等のものの上で動作するIBM又はマイクロソフトによるDOSオペレーティング・システムの何らかのバージョンを備えたIBM互換のパーソナル・コンピュータである。例示的な実施例では、第1のマイクロコンピュータは、プロセッサとして、米国ニューヨーク州アーモンク及びノース・カロライナ州のIBM社から市販されているパワーPC403GAが内蔵コントローラを用い、第2のマイクロコンピュータは、任意のインテルx86ファミリのプロセッサ又はそれと同等のものを用いることが想定されている。これらのプロセッサは、共に、何らかのバージョンのDOSオペレーティング・システムを動かし、割り込み駆動 (interrupt-driven) であるが、ここで論じるように、特に第1のマイクロ

コンピュータがサーバとして機能する場合には、第1のマイクロコンピュータは、IBMから市販されているOS/9オペレーティング・システムなどのマルチタスク型のオペレーティング・システムを動かすことが好ましい。ここで説明されるプログラムは、米国アイオワ州デモインのマイクロウェア・システムズ社 (Microware Systems Corp.) によるウルトラC (Ultra C) プログラミング言語で書かれている。もちろん、これ以外のプロセッサやオペレーティング・システムを用いることができる。プロセッサ及びオペレーティング・システムの選択は、本発明における重要な要素ではない。しかし、工業標準によるマイクロコンピュータ・アーキテクチャを用いることは、コストを低減させ、モデム、ルータ、ブルート (router) 及びそれ以外の通信装置などの種々の入力/出力周辺装置が容易に利用可能になるという点で、利点がある。第1のマイクロコンピュータのブロック図は、図2に示されている。図解されているように、マイクロコンピュータ18は、マイクロプロセッサ18-Aと、メモリ18-Bと、少なくとも1つの入力-出力 (I/O) 装置18-Cと、マイクロプロセッサ18-Aの上で動作する1つ又は複数のコンピュータ・プログラム18-Eと、これらの要素がこれを介して通信する1つ又は複数の内部バス18-Dとを含む。コンピュータ・プログラム18-Eは、メモリ18-Bに記憶されたデータ構造におけるデータと相互作用 (双方向動作) し、第1のマイクロコンピュータの動作を制御する。

入力-出力装置18-Cは、電力会社と通信する少なくとも1つの装置と、第2のマイクロコンピュータ及び負荷制御モジュールと通信する装置と、電力量計に質問する装置と、を含む。電力搬送技術がこれらすべての通信を実行するのに用いられる場合には、ただ1つのI/O装置18-Cを用いることが可能であるが、それ以外の場合には、これらの通信サービスの中の1つ又は複数のために、別個のI/O装置が必要になり得る。例えば、バス18-Dの中の1つの上にコネクタを設け、I/O装置のためのプラグイン回路カードを受け入れることもあり得る。バス及びコネクタは、好ましくは、ISA又はPCMCIA標準などの工業標準のインターフェースに従ったものである。例えば、ISA無線周波数ネットワーク・インターフェース（トランシーバと制御ロジックとを含む）カードは、このシステムと電力会社との間の通信に用いるためにコネクタ18-

F1の中にプラグインすることができ、他方で、CEBusインターフェース・ノード（すなわち、トランシーバ及び制御ロジック）は、第1のマイクロコンピュータと負荷制御モジュールとの間の通信に用いる別のコネクタ18-F2の中にプラグインすることができる。メモリ18-Bは、好ましくは、ある容量の不揮発性メモリを含み、その中には、停電及び電力中断の間でさえ望ましくは保持される履歴データをそれ以外のデータに加えて含むデータ構造が記憶されている。この目的には、フラッシュRAMが適切であると考えられる。ただし、それ以外のタイプのメモリでもかまわない。第1のマイクロコンピュータは、キーボードやディスプレイを必要としない（ただし、オプションで、インストール及び診断用に用いるために、設置することもできる）。好ましくは、防水性及び風雨に耐えるハウジングの中に含まれ、顧客の敷地の外側の壁に隣接して、電力量計の隣に、その敷地への電気サービス入口に設置される。

第2のマイクロコンピュータ22のブロック図が、図3に示されている。図3に示されるように、第2のマイクロコンピュータ22は、マイクロプロセッサ22-Aと、メモリ22-Bと、ユーザ相互作用可能なI/Oサブシステム22-Eと、更なるI/Oサブシステム又は装置22-Cとを含み、これらはすべて、1つ又は複数の内部バス22-Dを介して通信する。コンピュータ・プログラム

22-Fは、マイクロプロセッサ22-Aによって実行され、マイクロコンピュータ22の機能を実現する。第2のマイクロコンピュータは、顧客の敷地の任意の場所に設置することができる。これは、実際には、顧客が既に所有しているマイクロコンピュータでもよいが、ただしその場合には、そのマイクロコンピュータには、第1のマイクロコンピュータと通信する適切なネットワーク/バス・インターフェース（例えば、CEBusPLCインターフェース）と、ここで説明する適切なコンピュータ・プログラムとが備わっていなければならない。

ユーザ相互作用可能なI/Oサブシステム22-Eは、例えば、視覚的な出力を表示してユーザからの入力選択を受け取るタッチ・スクリーン22-E1を含む。望むのであれば、キーボード22-E2、音声認識又はそれ以外の入力装置（図示せず）を、加えることも可能である。（すべてのI/Oサブシステムがバス22-Dを介して通信するように示されているが、キーボードとマイクロプロ

セッサとの間の通信は特別のキーボード・ハンドラを介して行われるのが通常である。ただし、本発明の理解には不必要であるので、これは、図解されていないことに注意されたい。）I/O装置22-Cは、上述のように、第1のマイクロコンピュータと通信する少なくとも1つの装置を含み、好ましくは、これらの通信のすべてを実行するのに、電力線搬送技術が用いられる。コネクタ（図示せず）が、バス22-Dの中の1つの上に提供され、I/O装置のためのプラグイン回路カードを受け入れるのに用いられることがある。バス及びコネクタは、好ましくは、ISA又はPCMCIA標準などの工業標準インターフェースに従っている。例えば、CEBusインターフェースは、第1のマイクロコンピュータとの通信に用いるために、そのようなコネクタにプラグインされ得る。

図1のシステムは、第1のマイクロコンピュータ上で動く第1のコンピュータ・プログラムCPEU\_PGMと、第2のマイクロコンピュータ上で動く第2のコンピュータ・プログラムUSER\_PGMとを用いる。CPEU\_PGMプログラムは、主制御プログラムであり、負荷（電流及び電力）のモニタリングを開始し、履歴データを記憶し、電力量計の読み出しを実行し、要求された負荷のオン・オフ事象を実行し、電力会社からの通信をモニタする。また、このプログラ



ムは、ここで特定するそれ以外の種々の機能も実行するが、これらの他の機能は、マルチタスク型のオペレーティング・システムの下で同時に実行される又は適切な割り込み信号に応答して選択的に実行される他のプログラムによって実現することも可能である。USER\_PGMプログラムは、システムへの顧客のインターフェースであり、CPEU\_PGMプログラムから履歴データを集めて、そのデータを顧客への報告のためにフォーマットし、顧客が、計時されたオン・オフ事象（イベント）の計画を立ててこれらの事象をCPEU\_PGMプログラムに送信して実行させることを可能にする。このような役割配分が与えられると、顧客の中には、それぞれがUSER\_PGMプログラムを実行する複数の第2のマイクロコンピュータを用いることを望む者もいることが予測できる。この構成では、CPEU\_PGMプログラムを実行する第1のマイクロコンピュータは、ファイル・サーバとして作用し、情報及び通信サービスの（敷地に対して）内部的及び外部的なソースを有する情報及び制御システムのハブ（hub）となる。

図4には、更に詳細に、高級ソフトウェア・プロセスのダイアグラム／流れ図が示されている。そこでは、CPEU\_PGMプログラム34の構造が破線30の左側に示され、他方で、USER\_PGMプログラム36の構造は、破線30の右側に示されている。CPEU\_PGMプログラムとUSER\_PGMプログラムとの間の通信は、ライン32で示されている。

CPEU\_PGM34は、6つのモジュールから構成されている。すなわち、プロセス・データ・リクエスト・モジュール34A、プロセス負荷分散（制限）リクエスト・モジュール34B、受け取り現在エネルギー料金情報モジュール34C、ポール及び記憶モジュール34D、制御装置モジュール34E、及び計画事象実行モジュール34Fである。これらの6つのモジュールは、示されているように、シーケンシャルに、ループ状に実行される。しかし、モジュールのそれぞれの実行の間には、そのモジュールに割り当てられるタスクの全体は完了せず、むしろ、タスクの一部（セグメント）が完了している。このセグメントは、一般には、1つの装置、事象、又はそれ以外の適切な特定量（quantum）に関するそのモジュールの動作を完了させる。例えば、ポール・メータ・モジュール34

Dは、モジュールの第1の通過の間にC E B u s 質問メッセージを発することによって電力量計の読み出しを開始させ、タイマを開始し、所定のメモリ位置に状態フラグ（図示せず）を置いて（設定して）、その読み出しが開始されたことを指示する。モジュールを通るそれ以降の通過の際に、状態フラグはチェックされ、それが設定された条件にあると判断されると、読み出しは完了して、データが検索され、フラグがリセットされる。同様に、制御装置モジュール34Eは、典型的には、それぞれの通過の際にD E V I C E S データ構造へのただ1つのエントリを扱う。この場合には、後で説明する装置ポインタが、所定のメモリ位置に記録され、通過ごとのモジュールの動作を制御するのに用いられる。装置ポインタは、次の通過の際にモジュールによって処理される装置を識別する。これは、モジュールを通るそれぞれの通過の後に更新される。ポインタは、また、計画された事象の制御と負荷（装置）の分散（制限）とをセグメント化するのに用いられる。モジュールのタスクのこのセグメント化により、いったん開始される完了するのに数秒を要するタスクの場合に生じる処理遅延が回避され、負荷制

限コマンドの適切な時刻での（タイムリな）受信などの潜在的により緊急なタスクに制御を送ることが可能になる。モジュール34Aから34Fの動作は、以下で、より詳細に説明する。

USER\_PGMプログラム36は、より複雑な相互関係の8つのモジュール36A～36Hから構成される。CPEU\_PGMとの同期モジュール36Aが、CPEU\_PGM34とのすべての通信を管理する。CPEU\_PGMとの同期モジュール36Aから、制御は、履歴（ヒストリ）及びメニュー表示モジュール36Bに移動する。履歴及びメニュー表示モジュール36Bから、制御は、オペレータ選択モジュール36Cに移動する。現在使用モニタ表示モジュール36Dは、オペレータ選択モジュールから、又は、その内部で動作し、表示画面の一部分において、現在の電力使用及びそれ以外の選択された情報を示し、画面の残りの少なくとも一部分では、オペレータ選択モジュールから利用可能なオペレータの選択を表示する。オペレータ選択モジュール36Cによって取得されたオペレータ入力を受け取ることに続いて、4つのモジュール36Eから36Hの中の1つ

又は複数のモジュールが実行され、オペレータの入力に応答して適切な作用がなされる。制御された報告装置追加モジュール36Eは、このシステムに、システムによって制御可能な又はシステムに報告すべき装置（すなわち、負荷）を追加する。装置削除モジュール36Fは、システムから（すなわち、論じられているデータ構造から）、システムによって制御可能な又はシステムに報告すべき装置（すなわち、負荷）を除去する。オン/オフ事象追加/削除モジュール36Gは、システムの制御記憶装置に、負荷をオン又はオフにするタイミングがとれ条件的な事象に関する変化を、記録する。その装置がオン・オフされるのに加えて調光（滅光、dim）することができるもの（例えば、インテロン社のTCM1036モジュールなどの、X10タイプの発光コントローラ及びCEBusディマ・モジュールのような）である場合には、オン/オフ事象は、また、その装置に対する調光レベル（例えば、フルスケールに対するパーセンテージ）を設定するフィールドを含み得る。（X10のプロトコルは、PLC制御された装置に対する商業的に確立された標準であり、CEBusプロトコルの代わりとなり得る。）最後に、報告表示モジュール36Hは、第2のマイクロコンピュータの出力装置上に、ユ

ーザによって要求される任意の報告を表示する。モジュール36E～36Hから、制御は、CPEU\_PGMとの同期モジュール36Aに戻り、交換すべき情報がある場合には、データをCPEU\_PGM34に送り、又は、データをCPEU\_PGM34から受け取る。

CPEU\_PGMモジュールの説明に戻る前に、顧客の敷地における負荷についての情報と、これらの負荷のそしてその敷地全体としてのエネルギー及び電力使用に関する情報とは、図4の38において集合的に示され物理的にはメモリ18-Bに位置するデータ構造に維持されていることを理解すべきである。第2のマイクロコンピュータは、オンされると、データ構造39の実質的に複製した組を、そのメモリ22-Bに維持する。（メモリ22-Bは、好ましくは、RAM又はそれ以外の一時的な記憶装置だけでなく、ハード・ディスク・ドライブ又は不揮発性の記憶媒体を含む。）これらのデータ構造を論じる際には、次の慣用が用

いられる。すなわち、本文では、データ構造の名称は、大文字で与えられ(ただし、図面では、小文字が用いられるが)、パラメータ・フィールドの名称は、イタリック体を用いたテキストで与えられる(ただし、図面では、ローマン・タイプが用いられる)。

図5を参照すると、第1のデータ構造42であるCUSTOMERは、顧客が課金されるエネルギー・レート又はレート・コードであるcost\_kwhフィールド42A、顧客の氏名であるnameフィールド42B、顧客の住所であるaddrフィールド42C、及び顧客の口座番号であるacctフィールド42Dなどの顧客に関する情報(パラメータ及び変数)を受け取り記憶する複数のフィールドを含む。(それぞれのフィールドのサイズは、設計選択事項であり、実際にも、addrフィールドなどの与えられたフィールドは、住所の中の通り、都市、州、郵便番号部分などの構成情報に対するより小さなフィールドに更に分割され得る。)一日の中の異なる時間帯で消費された電力に対して異なるレートを適用するような顧客の課金に複数のレートを適用する場合には、複数のcost\_kwhフィールドが存在し得る。すなわち、適用可能なレートの中で切り換えを行うには、電力会社が、レートを選択するために別のフィールドに切り換えるコマンドを公表するか、又は、CUSTOMERデータ構造が、cost\_kwh

hを適用される関連する時間帯に関連させるフィールドを有することになる。

第2のデータ構造44(図6)であるDEVICEは、モニタされる又は制御される付加装置ごとに1つのエントリを有するテーブルとして構成される。それぞれの負荷に対して、このデータ構造は、好ましくは、別々のフィールドに、実質的に次の情報を維持する。すなわち、オンであるときに装置が通常消費する電力であるwatts44A、オンであるときに装置が通常消費する電流であるamps44B、オンであるときの装置の両端での電圧であるvolts44C、リアクタンス(reactive)負荷である場合の装置に対する力率であるpower\_factor44D、例えば抵抗性、誘導性又は蛍光性などのその装置の負荷の種類を示すコードであるload\_type44E、負荷制限動作(以下で説明する)において用いられる装置の優先コードであるpriority44F、

X10タイプの装置に対する装置アドレスの「番号 (number)」フィールドとして用いられ得る第1の住所コードである `code__number44G`、X10タイプの装置に対する装置アドレスの「文字 (letter)」フィールドとして用いられ得る第2の住所コードである `code__letter44H`、CEBusタイプの装置に対する住所コードとして用いられ得る第3の住所コードである `cebus__hc44I`、CEBusタイプの装置に対するユニット番号として用いられ得る第4の住所コードである `cebus__unit44J`、顧客によって供給される装置の説明 (テキスト) である `desc44K`、顧客によって供給される装置位置のテキストによる言明である `location44L`、装置の現在のオン/オフの又はそれ以外の状態である `status44M`、その日に装置が (累積的に) どれくらいの時間オンであったかを表すカウントである `current__hours44N`、その月に装置が (累積的に) どれくらいの時間オンであったかを表すカウントである `mtd__hours44O`、先月は装置がどれくらいの時間オンであったかを表すカウントである `last__month44P`、その年はその日まで装置がどれくらいの時間オンであったかを表すカウントである `ytd__hours44Q`、CEBus装置に対してACK信号を与えるかどうかを指定するフラグである `cebus__noack44R`、である。更にフィールドを必要に応じて追加することもでき、先に挙げたフィールドの中で特定の実施

例 (図解した実施例以外) において要求されていないものは、それでも、もちろん、削除することができるのであり、図面に図解されているデータ構造は、単なる例示である。例えば、フィールド44A及び44Bの対の複数の例を、複数の消費レベルが可能な装置 (例えば、複数速度のモータ) に対して、提供することができる。コンピュータ・プログラミングの分野の当業者であれば、ここに示されているデータ構造は、Cプログラミング言語の記号を用いていることを理解するであろう。しかし、C言語の使用は、それに限定するという意味ではなく、任意の通常のプログラミング言語を、本発明のプロセス及びデータ構造を実現するのに用いることが可能である。

この例示的な実施例では、フィールド44N-44Qにおけるデータは、任意の通常のサイズの単位に量子化することができるが、これは、データをどのくらいの周波数でサンプリングし記憶するかに関する設計選択的な事項に過ぎない。記憶事象当たり30秒の間隔は、データを記憶するのに必要なメモリの容量と報告において利用可能な情報との間で合理的なトレードオフを与えると考えられる。すなわち、エネルギー消費の予め定めた量に対して1回生じる電力量計の出力の「チック」(tick、カチッという音)は、累積され、このメータが読み出され、その読み出しは、すべての間隔ごとに、例えば、30秒に1回、データ・ファイルに記憶される。

商業的な顧客又は十分にリアクタンス (reactive) の負荷を有する者に対しては、DEVICEデータ構造には、COMMERCIALデータ構造48 (図7) によって、補完 (又は、所望であれば、それによって交換) される。このデータ構造は、例えば、以下のような情報を含むフィールド49A-49Nを有する。すなわち、kwh (48H)、kvah (48I)、kvarh (48J) に関する選択された間隔に亘る装置に対する消費計算、間隔数又は時間による間隔の識別 (例えば、年49A、月49B、日49C、時間49D、1時間の中の位置49Eなど)、分単位での間隔のサイズ49G、何分間その間隔の間に負荷がオンであったか49L、又は、同様に、その間隔の間に負荷が何回オンされ又はオフされたか、その間隔の間の需要 (すなわち、kwhに60分を乗じ、間隔の長さで割ったものを分単位で) 48K、その敷地内に複数のメータがある場合

の妥当なメータ識別番号48F、間隔の終了時におけるメータの読み出し48M、そして、間隔の長さが固定でない場合の間隔の長さ48Nである。日付及び時間のフィールドはオプションであるが、その理由は、データ構造が、日付及び時間に関しては、自分自身でインデックスを付す (self-indexing) からである。例えば、円形のキュー (queue) としてフラッシュ・メモリを用いて15分ごとに記録を行う場合には、キューにおける位置 (すなわち、現在のエントリに対するエントリのメモリにおけるアドレス) は、そのエントリが現在の日付及び時間に対してどのくらい古いかを明確に示す。15分の記録間隔を用いると、2年

間のデータを記録するのに、僅かに2MBの記憶装置が必要になるだけである。

図8-図10を参照すると、このシステムによって維持される追加的なデータ構造は、メータ履歴テーブル(METER)52と、少なくとも電力消費がモニタされるそれぞれの装置に対する装置履歴テーブル(DEVICE HISTORY)54と、TIMED(すなわち、予定された)EVENTリスト56(事象テーブルとも称される)と、を含む。

METERテーブル52は、例えば、それぞれのメータの読み出しに関する情報を記録するフィールド53A~53Hを含む。この情報は、次のものの一部又はすべてを含み得る。すなわち、メータの電子的な住所の第1の部分形成するCEBusの住居(又は、商業的な敷地)コードである`cebus__hc`53A、メータの電子的な住所の第2の部分形成するCEBusのユニット・コードである`cebus__unit`53B、記録された最後のメータ読み出し`current`53C、一日のそれぞれの時間ごとに1つある24のエントリを有する第1のテーブルにおける対応する時間に対する最初のメータ読み出しである`current__start`53D、そのような第2のテーブルにおける対応する時間に対する最後のメータ読み出しである`current__reading`53E、そのような第3のテーブルにおける当日を除いてその月に使用した時間単位の累積されたエネルギーである`mtd`53F、そのような第4のテーブルにおける先月の全体において用いられた時間単位のエネルギーの全体である`last__month`53G、そして、そのような第5のテーブルにおける当日を除いてその日までその年全体で使用した時間単位のエネルギーの全体である`ytd`53Hである。

DEVICE HISTORYテーブル54(図9)(好ましくは、55Aにおいてテーブルで命名されたモニタされている装置当たりで1つ)は、測定間隔当たり、所定のパターンで配列されたデータを含む記録を記憶する。データ構造の構成を更にグラフィカルに図解するために、Cコードを用いるのではなく、図式的に示されている。装置の名称である`device__no`(55A)の後に、2つの連続的な記録54A及び54Bが示されている。それぞれの記録は、以下のもののうちの1つ又は複数が記録されているフィールドを含む。すなわち、測定

された電圧である `v o l t s 5 5 B`、同相の電流である `c u r r e n t ( i n - p h a s e ) 5 5 C`、無効（リアクタンス）電流である `c u r r e n t ( r e a c t i v e ) 5 5 D`、その間隔において消費された `k w h` である `k w h 5 5 E`、その間隔において消費された `k v a h` である `k v a h 5 5 F`、リアクタンス負荷に対してその間隔において消費された `k v a r h` である `k v a r h 5 5 G` である。その記録に対するテーブルにおけるアドレス（すなわち、その最初のエントリ）がテーブル・エントリの日付及び時間と相関する場合には、計算することができるので、記録の一部として日付及び時間を明確に記録する必要がない。例えば、テーブル・エントリが15分ごとになされ連続的なエントリは連続的な位置になされる場合には、現在のエントリの前の10番目のエントリは150分前に関連する間隔でなされたことが容易に確認可能になる。装置の電圧が一定であると仮定できる場合には、フィールド `v o l t s` は、すべてのレコードにおいてではなく、テーブルにおいて1回だけ与えられる必要がある。従って、装置の測定がフィールド（合理的な数）当たり8バイトを消費し、（`k w h`、`k v a h`、`k v a r h` から成る）測定の組が毎15分ごとに記憶される場合には、装置に関する2年分の履歴は、約1.7MBに記憶され得る。これは、`k v a h` を記憶せずに、関係式（`k v a h`）の2乗＝（`k w h`）の2乗＋（`k v a r h`）の2乗から計算することによって減少させることができる。テーブルにおけるレコード・アドレスが上述の態様でインデックスが付いていない場合には、レコードの中に、その間隔の日付及び時間を含むフィールドを含む必要がある。それぞれのレコードに記憶されたそれぞれのフィールドは、2年分の期間をカバーするのに、0.5メガバイトを僅かに超えるだけの `b y t e` 数を消費する。

ここで論じられているデータ構造のそれぞれに対して示されている構成は、単に例示的なものであり、これ以外の適切なデータ構造の構成は、この分野の当業者及び彼らを助けるコンピュータ・サイエンティストであれば、容易に考えることができる。これ以外の適切なデータ構造を作成し維持することが可能であり、それには、`DEVICE` 及び `COMMERCIAL` データ構造の種々のハイブリッド版も含まれるが、これは、異なる顧客は異なるニーズを有しているからであ



る。

図11から図15には、第2のマイクロコンピュータ22のディスプレイ上に、顧客のために、ユーザによる指定可能なパラメータを取得するために与えられる画面を示してある。図11のディスプレイは、ステップ36C（図4）によって与えられ、「装置追加」ボタン62などの「ボタン」を選択することによって顧客がオプションを選択することを求めている。装置追加ボタンが選択される場合には、顧客には、次に、図第1及び第2の画面が与えられ、そこでは、通常の態様での入力可能な種々のデータが存在しており、それに従って、顧客はF10キーを用いて、エントリをセーブする。顧客が事象計画ボタンを図11上で選択する場合には、図13の画面が次に与えられ、顧客は、適切なデータを入力することが可能になる。顧客が図11上で装置削除ボタンを選択する場合には、図14の画面が次に与えられ、顧客は、装置を削除することが可能になる。顧客が新レート入力ボタンを図11上で選択する場合には、図15の画面が次に与えられて、顧客は、新たなエネルギー・コスト  $cost\_kwh$  を入力することが可能になる。

2つのマイクロコンピュータは、敷地における電力配線上に確立された電力線搬送（PLC）リンクを介して通信する。これは、好ましくは、CEBusスプレッド（spread）スペクトル・プロトコルに基づき、上述のインテロン社から市販されているCEBusインターフェースを用いる。第1のマイクロコンピュータは、また、同じPLCシステムを用いて、例えば、電気温水器を付勢または消費することのできる負荷（電気機器）制御モジュールや、電気機器がいつ動作しているのかを検出できるセンサと、通信し、更に、それ以外のセンサやアクチュエータとも通信する。特に、電力量計は、第1のマイクロコンピュータによっ

て、その敷地でのエネルギー消費をモニタするために質問される。第1のマイクロコンピュータは、また、適切な通信インターフェース16及び関連のチャネルを介して電力会社と通信することができ、リアルタイムのエネルギー・レート放送や負荷制限要求などを受信し、電力会社に向けては、停電の報告、低電圧条件の報告、顧客による利用の報告、及びそれ以外の選択されたデータを送出する。通信

チャンネルは、例えば、電話システム、ケーブルテレビ・システム、無線周波数リンクなどであり、また、Elcon社によって市販されている技術を修正したものなどの電力線搬送（PLC）システムでもよい。

CPEU\_PGMプログラム34では、データ要求処理モジュール34Aは、第2のマイクロコンピュータの内部からのデータ入力及び出力要求の扱い及びそれへの応答を管理する。これらの要求には、予定の変更、装置の追加及び削除、そして、履歴データの要求が含まれる。モジュール34Aは、また、顧客に報告を行うことを求めるような情報などを第2のマイクロコンピュータ22に供給する。負荷制限要求処理モジュール34Bは、負荷制限要求を、それが電力会社から到着するときに処理して、対応する制御メッセージを、CEBus上を、オフになるように命じられる又は通常の動作に戻ることを命じられる負荷に伝達する。現在のエネルギー料金情報受信モジュール34Cは、電力会社から、又は、顧客から、例えば、図15の画面からのキーボード入力によるエネルギー料金情報を受け取る。ポーリング及び記憶モジュール34Dは、電力量計をポーリングして、最終のポーリング以降の需要及び累積的なエネルギー消費の現在の読み出しを取得し、更に、モニタされる装置をポーリングして、結果を記憶する。料金情報を利用した装置制御モジュール34Eは、電力レートに従属する条件付きの装置制御動作を実現する（この後の、図38-図40及び関連の議論を参照のこと）。予定された事象実行モジュール34Fは、その名称が示すように、ユーザによって提供されたタイミング・スケジュール又は料金によって決定され顧客が設定した条件に基づいて、予定されたオン/オフ事象を実行する。ただし、これらの事象の実行が、進行中の負荷制限動作によって撤回されないことを条件とする。予定された事象は、例えば、負荷をオンに切り換える、負荷をオフに切り換える、サーモスタットをリセットする、ディマ設定を変更することによって証明の輝度を変える、などが含まれる。

モジュール34A-34Fが実行される順序は、ループを実行するための全体の時間が短いときには、かなりの程度、相互に交換することが可能である。

USER\_PGMプログラム36は、CPEU\_PGM34に履歴データを要

求し、次に、そのデータをフォーマットして報告にする(好ましくは、グラフィカルな表現を含む)。また、顧客は、USER\_PGMプログラム36に、オン/オフ事象のための予定を入力することができるが、この予定は、モジュール34Fによる実行のためにCPEU\_PGMプログラム34に送られる。履歴及びメニュー表示モジュール36Bは、現在選択された画面を表示する。

第1のマイクロコンピュータ18と第2のマイクロコンピュータ22とは、1つの重要な点で異なる。第1のマイクロコンピュータは、敷地への交流サービスケーブル上に電圧が存在するときには、常に、オンである。好ましくは、第1のマイクロコンピュータは、その電力を、敷地の外部の電力会社の線から直接に受け取る。対照的に、第2のマイクロコンピュータは、顧客が自分の意思で自由にオン・オフさせることのできる通常のパーソナル・コンピュータである。これは、第1のマイクロコンピュータに維持されているものと比較すると、第2のマイクロコンピュータは、更新されていないデータを有している場合があることを意味する。結果的に、第1及び第2のマイクロコンピュータにおいて、プログラム同期モジュールが実行され、第2のマイクロコンピュータによってそのデータ構造から発生される報告が正しい情報に基づくことが保証される。図16及び図17のそれぞれは、第1及び第2のマイクロコンピュータにおいて実行される例示的な同期化プロセスのための流れ図を与えている。バス20上で不必要なトラフィックを生じさせることを回避するために、第2のマイクロコンピュータのデータ構造を徐々に、そして、ほとんどの場合オンデマンドで更新する決定がなされる。第2のマイクロコンピュータは、一度に10の(又は、それ以外の所定の数の)使用間隔に対するデータを要求することができる。第2のマイクロコンピュータは、ブート(boot)されると直ぐにこれを開始し、動作している間はそれを継続する。第2のマイクロコンピュータが、アボート(abort)する、オフになる、又は、「ハング・アップ」する場合には、第1のマイクロコンピュータは、第2

のマイクロコンピュータが受け取ることができないのであるから、直ぐに、データを送ることを停止する。このアプローチを実現するために、第2のマイクロコ

ンピュータは、利用送出カウンタ（図示せず）と称されるカウンタを保持し、そこで、データが第2のマイクロコンピュータに送られなかったメータ読み出し間隔の計数が記録される。第1のマイクロコンピュータは、周期的に、ステップ64Aにおいて、利用送出カウンタを調べ、カウンタの内容がゼロでない場合には、ステップ64Bにおいて、新たな間隔データが送出する準備ができていのかどうかを判断する。送出すべきデータが存在する場合には、そのデータは、ステップ64Cにおいて送信され、利用送出カウンタは、ステップ64Dにおいて、減少される。利用送出カウンタの内容がゼロである、すなわち、送るべきデータが存在しない、又は、データが送られてしまいカウンタの減少も済んでいる場合には、第1のマイクロコンピュータが、ステップ64Eにおいて、第2のマイクロコンピュータから任意の同期要求が受け取られたかどうかをチェックする。例えば、第2のマイクロコンピュータ22は、第1のマイクロコンピュータに、顧客によって入力された事象又は装置の変更を知らせる要求をすることがある。第2のマイクロコンピュータ22からの要求がない場合には、同期化プロセスは、ステップ64Fにおいて、とりあえず終了する。同期化要求が受け取られた場合には、システムは、次に、それがどの種類の要求であるかを、ステップ64Gにおいて、判断しなければならない。次に、受け取られる可能性のある要求を挙げる。第2のマイクロコンピュータは、ステップ64Hにおいて、その最後の情報以後の履歴データ（日付、時間、電力及び電流測定値、敷地の全体及び／又は個別の装置について）を要求し得る。又は、装置テーブルを見つけることができない又は装置テーブルが破壊されている場合には、第2のマイクロコンピュータは、ステップ64Iにおいて、送るべき全体の装置テーブルを要求することがある。同様に、第2のマイクロコンピュータにおける事象テーブルが行方不明である又は破壊されている場合には、ステップ64Jにおいて、新たな事象テーブルが要求されることがある。第2のマイクロコンピュータが、任意の他の情報が行方不明であることを発見した場合には、様々な情報の要求が、ステップ64Kにおいてなされ得る。顧客が任意の装置又は事象を追加又は削除した場合には、その情報

を第1のマイクロコンピュータに与える要求が、ステップ64L及び64Mにおいて、発生され得る。それぞれの要求64H～64Mに従って、指示された情報を対応するステップ64N～64Sにおいて供給するための適切な行為がなされ、その後で、第1のマイクロコンピュータにおいて同期ルーチンが終了する。最後に、第2のマイクロコンピュータは、次の10の（又は、何らかの他の数の）利用間隔をステップ64Tで要求することによって、動作を開始する又は動作を継続することを示し、それに応答して、利用送出カウンタが、ステップ64Uにおいて、10に設定され、そのルーチンが終了する。ステップ64Tにおいて送られた利用間隔の量は、その間隔に亘ってその敷地で消費されたキロワット時間の数と秒単位での測定間隔の実際の長さを含み、オプションで、利用間隔量は、個別の装置の消費に関するデータを含み得る。測定の間隔は通常は30秒であるが、それぞれの測定間隔の実際の長さは、公称値からは変動する可能性があり、その理由は、公称の間隔が終了するときに又は公称の間隔が開始するときに、マイクロコンピュータが別のタスクを行っている可能性があるからである。

第2のマイクロコンピュータ22において実行される例示的な同期プログラム66が、図17に示されている。最初に、第2のマイクロコンピュータは、ステップ66Aにおいて、第1のマイクロコンピュータから入ってくる任意のデータを探す。何もない場合には、第2のマイクロコンピュータは、ステップ66Bにおいて、欠けているテーブルを探し、何かが欠けていることが分かった場合には、それらを送るようにとの要求を、ステップ66Cで行う。すべてのテーブルが存在する場合には、第2のマイクロコンピュータは、顧客が装置テーブル又は事象テーブルに変更を加えたかを、ステップ66Dで判断する。変更されている場合には、ステップ66Eで、第1のマイクロコンピュータにその変更を送る。ステップ66Aで入力データが存在することが分かった場合には、ステップFにおいて、そのデータの性質に関する判断がなされる。そのデータが最近の履歴を表している場合には、履歴テーブルが、ステップ66Gで更新される。それが装置テーブル情報である場合には、ステップ66Hにおいて、装置テーブルが更新され記憶される。それが事象予定情報である場合には、ステップ66Iにおいて、事象テーブルが更新され記憶される。それが雑情報である場合には、適切なメモ

リ

位置が、ステップ66Jにおいて、更新される。それが（30秒）使用データである場合には、情報は、ステップ66Kにおいて、表示のために画面に送られるか、又は、一時的な記憶装置に入れられる。その後で、ステップ66Lで、カウントがチェックされ、カウントが使い尽くされている場合には、別のグループが要求される。

次に図18を参照すると、本発明の別の実施例が図解されている。この実施例は、特に、商業的な敷地において用いることが意図されており、その敷地では、詳細な装置ごとの情報は要求されておらず、しかし、複数の電力量計が用いられている。それぞれの電力量計は、メータの読み出しを記録し記憶する不揮発性のメモリを含んでいる。やはり、このシステムは、2つの異なるプログラム72及び74を実行させる2つのマイクロコンピュータ18及び22上で動く。プログラム72は、4つのモジュール72A～72Dを有している。モジュール72Aは、モジュール34A（図4）に類似する。それぞれのメータに対して、メータ・タイプ決定及び初期化モジュール72Bがメータ・タイプ・コードを読み出し、任意の要求されている初期化、特に、電力量計の特性に依存する初期化を実行する。いったん初期化が完了すると、メータ・ポーリング・モジュール72Cと履歴ファイル更新モジュール72Dから構成されるループが実行される。メータ・ポーリング・モジュール72Cは、CEBusを介して、それぞれの電力量計を周期的にポーリングし、その読み出しを、履歴ファイル更新モジュール72Dが利用できるようにする。次に、履歴ファイル更新モジュール72Dは、メータに対する履歴ファイルを更新し、次のポーリングを待機する。プログラム74は、任意の時に、データ構造38に保持されている履歴ファイルを読み出すことができる。

複数のメータの使用は、もちろん、商業的な敷地で制限されていない。従って、プログラム72のアプローチを、本発明の第1の実施例に組み入れることも可能である。同様に、本発明の第1の実施例との関係で開示された複数の通信システムを、本発明の第2の実施例で用いることもできる。

プログラム74は、16のモジュール74A～74Pによって組み立てられている。モジュール74Aは、プログラム・モジュール72Aを介してデータ構造

38と通信し、プログラム72に、メータ上の電力消費履歴を提供する。オペレータの選択モジュール74Bは、同期モジュール74Aの後で実行される。このモジュールによって、顧客は、動作の4つのカテゴリ、すなわち、メータの読み出し74B-1、報告の作成74B-2、データのグラフ化74B-3、ファイル管理74B-4の中から、1つを選択することが可能になる。オペレータの選択モジュールによって与えられる典型的な画面は、図19に示されている。メータ読み出しのオプションが選択されるときには、制御は、次に、履歴ファイル読みだしモジュール74Cに移動する。履歴ファイル読み出しモジュール74Cは、例えば最近の10の読み出しなど、所定の数の読み出しだけ履歴ファイルを読み出し、現在のメータ読み出しを取得する。表示モジュール74Dが、次に、モジュール74によって読み出された情報を画面上に表示する。これは、例えば、図20に示された画面によって図解されている。報告のオプション74B-2が選択された場合には、制御は、いずれか選択モジュール74Eに進み、このモジュールは、ユーザに対して、利用可能な報告のタイプのリストを表示し、ユーザが選択を入力することを要求する（図21を参照）。選択がなされると、報告印刷モジュール74Fが、現在のデータを用いて、報告を印刷する。この段階ではただ1つの報告の例しか利用可能ではないが、図22は、その日の負荷及び1日分の需要に関する1時間ごとの報告を示している。グラフ化のオプション74B-3が選択されるときには、制御は、いずれか選択モジュール74Gに進み、このモジュールが、ユーザに対して、利用可能なグラフのタイプのリストを表示し、ユーザが選択を入力することを要求する（図23を参照）。選択がなされると、所望グラフ印刷モジュール74Hが、現在のデータを用いて、利用可能な場合には、付属のプリンタによってオペレータが、そのグラフを印刷することを選択することが可能になる。ファイル管理のオプション74B-4が選択されると、制御は、編集、書き込み及び読み出し選択モジュール74Iに進み、このモジュールは、オペレータに、履歴ファイルの編集、既存の履歴ファイルを標準的なデ

ータ・フォーマットで書き込む（エクスポート）、電力会社からの既存の履歴ファイルを読み出す（インポート）ことから成る利用可能なオプションの中から選択することを要求するメッセージを表示する。ユーザが編集のオプションを選択す

るときには、履歴ファイル編集モジュール74Jがメモリからの履歴ファイルを表示し、ユーザがデータを編集することを可能にする。ユーザが書き込み（エクスポート）のオプションを選択するときには、標準データファイル書き込みモジュール74Kが、ユーザに、出力データ・フォーマットを選択し、履歴データを含むファイルを例えば標準的なスプレッドシート又はデータベース・プログラムによって受け入れられ得る形式で書き込むこと、を要求する画面を表示する。ユーザが読み出し（インポート）のオプションを選択するときには、標準データ・ファイル・モジュール読み出しモジュール74Lによって、電力会社のコンピュータに現在セーブされているデータが、プログラム72及び74によって使用されるために、履歴ファイルの中に入れられることが可能になる。選択されたオプションが実行された後では、制御は、オペレータの選択モジュールに戻る。

#### 負荷制御モジュール

ここでは3つのタイプの負荷制御モジュールについて特に論じることにするが、本発明は、これらの例示的なモジュールに限定されることは意味しない。この後で論じる3つのモジュールは、電流感知モジュール又はモニタ、電力感知モジュール、そして、回路ブレーカである。回路ブレーカは、スタンドアローンのモジュールであるか、又は、残りのタイプのモジュールの一方の中に組み入れることも可能である。次に論じる例においては、回路ブレーカは、電流感知モジュールの一部として与えられている。スタンドアローンの回路ブレーカを別個に説明することは二重の手間であるから、ここでは行わない。

#### 電流モニタ

例示的な電流センサが、図24に示されている。電流センサ80は、電源82、電力線搬送結合回路84、PLCバス・インターフェース86、マイクロコントローラ88、そして、感知されるそれぞれの電流レベルに対して、電流変成器



921 (変数の I は、チャネル識別子を表す) と電流感知回路 94 I とをから構成されそれぞれがスレシヨルド設定要素 96-j (図面では、ただ1つの電流感知回路 94 I がラベル付けされている) を有する又は共有する処理チャネルを含む。電流感知回路の出力は、マイクロコントローラによって読み出される。マイクロコントローラは、また、CEBus の共通アプリケーション言語 (CAL) を実

現し、従って、マイクロプロセッサのファームウェア (図示せず) が、ポーリングされてその状態を判断し測定を行わなければならないか、又は、状態又は観察された値の変化を自律的に報告するかどうかなどの、センサの振る舞いを判断する。

このような電流センサが、分岐回路における電流が予め設定したスレシヨルドを超えるかどうかを判断するために用いられる。電流感知回路のためのスレシヨルドは、固定であっても可変であってもよい。電流モニタが電気機器の内部に組み込まれている場合には固定であり、電流モニタが種々の負荷装置と共に使用できるように適応可能である汎用製品として市販される場合には可変であるのが典型的である。分岐回路は、その敷地における配電パネルにそれ自身の回路ブレーカ (又は、より古い設定では、ヒューズ) を有する配電回路である。衣服乾燥機、料理レンジ又はオープン、冷蔵庫、エア・コンディショナ、温水器、プール用ポンプなどの主な電気機器は、通常は、それ自身の分岐回路を有している。以下で説明するような状況では、電流をモニタする目的で、単一の分岐回路を複数の分岐回路として扱うこともできる。基本的な設定では、スレシヨルドは比較的 low 設定されており、その分岐上にただ1つの負荷だけが存在する場合には、センサは、その負荷に電流が流れているかどうか、すなわち、オンであるかどうかを示す。他方で、その分岐の上にはただ1つの負荷しか存在しないが、その負荷は、低電力モードや高電力モードなどの異なるモードで動作させることができる場合には、スレシヨルドを2つのモードにおいて流れる電流の間のレベルに設定することができる。すると、センサの出力は、負荷が高電力モードで動作されているかどうかを示す。このモニタは、分岐回路における電流の量的な測定を行うこ

とを目的とするものではない。

回路80は、マイクロコントローラのポートP1.0-P1.5のそれぞれに1つずつの、6つまでの分岐回路(112-1から112-6)をモニタすることができる。別のポートであるP1.6を介して、この回路は、負荷のオン・オフ状態を制御することができる。電流センサ80は、CEBusの電力線搬送信号伝送を用いて通信するように設計されている。この目的のために、センサ80には、インテロン社によるCENodePL(すなわち、PL=電力線)インタ

ーフェース・モジュール86が備わっている。米国カリフォルニア州サニーベールのシグネティクス(Signetics)社によるモデル87C751のマイクロコントローラ88が、CENodePLモジュールに送られる信号を制御し発生して、他のCEBus装置から受け取った信号に従って受け取り動作を実行する。回路80は、好ましくは、その敷地の配電パネルの中に又はそれに隣接して設置されている。単一の負荷をモニタするために、モニタ80の一部分を負荷のハウジングの内部に含ませるように、又は、交流電力レセプタクルの中にプラグインされるモジュールの中に入るようにパッケージすることができる。この場合に、負荷装置は、モジュールの中にプラグインされる。

電源82は、端子83A及び83Bにおいて接続されている交流電力本線から、+5ボルトの直流(VDC)電力を、電流モニタに提供する。この電源は、サージ・プロテクタとして一次コイルに亘って直列に接続されている1対のツェナー・ダイオードZD1及びZD2を好ましくは有する変圧器T1と、全波整流器B1と、電解フィルタ・コンデンサC1と、電圧レギュレータVRとを有する。変圧器T1は、10ボルトで600maの出力を提供し、規制されていない8VDCの出力が、電源からPLCバス・インターフェース86に向けてライン98上に現れ、規制された5VDCの出力が、マイクロコントローラ88とコンパレータ104-Iとに対して、ライン102上に現れる。これらは、以下で説明する。

電力線搬送結合回路は、PLCバス・インターフェース86と電力線自身との間の接続を与える。PLC結合回路は、一次巻線が直列のコンデンサ106(こ

の目的は、比較的高い周波数のPLC信号から、比較的低い周波数の交流電力信号を濾波することである)を介して電力線に接続されている変圧器T2を含む。変圧器T2の二次巻線は、PLCインターフェース・モジュールの信号I/OポートSSC-SGに接続されている。保護回路108は、二次巻線とグランドとの間に接続されている。

PLCバス・インターフェース・ユニットは、例えば、フロリダ州Ocalaのインテロン社によるモデルCENodePLのCENodeネットワーク・インターフェース・ボード、又は、それと同等のものである。(例えば、PLCシステムではなく、ノードの間でRF通信が用いられる場合には、やはりインテロン

社によるCENode-RFネットワーク・インターフェース・ボードを用いて代替することができるし、又は、ネットワークをインテロン社によるものではなく標準的なものに基づくようにしてもよく、その場合には、適切なネットワーク・インターフェースを代わりに用いることになる。)

マイクロコントローラ88は、例えば、シグネティクス社によるモデル87C751でよい。

実際の電流感知は、電流感知段110において実行される。電流感知段は、モニタされる分岐回路の変数当たり最小で1つのチャンネルを有している。モニタする条件又は変数が負荷の単純なオン・オフ状態である場合には、1つのチャンネルで十分である。モニタされる負荷条件がその動作モードであって、オフだけでなく、低電力及び高電力モードがある場合には、2つのチャンネルが必要になる。次に、1つのチャンネルの動作を、チャンネル112-1を例として用いて説明する。米国コネチカット州CanaanのBicron Electronics社によるB5303巻トロイダル・コア電流センサCT1を、変圧器92-1を作成するのに用いる。このトロイダル・コア・センサは、変圧器の二次巻線から構成され、分岐回路の導線114-1がコアを通して巻かれ、1回転の一次巻線を提供している。分岐回路(一次巻線)における電流によって二次巻線に生じる電圧は、ダイオード116-1によって半波整流され、電解コンデンサ118-1と抵抗120-1とによって濾波される。コンパレータ104-1は、ライン122-1上の整流された電圧

を、ポテンシオメータ96-1（その一端は、+5ボルトの電源に接続され、他端は、接地されている）によってライン124上に与えられる基準電圧と比較する。それぞれのコンパレータの出力は、マイクロコントローラ88の入力ポートP1.0-P1.5の中の1つに接続されている。分岐回路の電流が関連するコンパレータに接続された基準電圧よりも高い整流された電圧を発生する場合には、コンパレータは、論理ハイである信号として解釈される出力電圧を生じる。分岐回路の電流が基準電圧よりも低い整流された電圧を発生する場合には、コンパレータは、論理ローである信号として解釈される出力電圧を生じる。

図24に図解された実施例では、便宜上、2つのスレシヨルド調整装置が与えられており、一方は、チャンネル112-1から112-3によって共有され、他

方は、チャンネル112-4から112-6によって共有されている。コストがより高くはなるが、それぞれのチャンネルに、それ自身の独立のスレシヨルド調整装置を備えることもできる。スレシヨルド調整装置は、デジタル・アナログ・コンバータを用い、マイクロコントローラからデジタル値を受信して、アナログ値を直接にコンパレータ・ユニットに与えることによって、遠隔的に制御可能にすることもできる。

複数のモードを有する負荷の動作モードを電流モニタを用いて感知することを説明するために、負荷が、高速及び低速を有するプール用のポンプであると仮定してみる。図24を参照すると、高速をモニタするためには、チャンネル112-1が用いられ、低速をモニタするためには、チャンネル112-4が用いられる。分岐導線は、コイルCT1及びCT4を直列に通過する。ポテンシオメータ96-1は、ポンプが任意のモードで動作しているときにコンパレータ104-1が「トリップ」することを可能にする電圧に設定されている（すなわち、コンパレータをトリップさせるには、低速の動作で十分である）。しかし、ポテンシオメータ96-2は、ポンプが高速で動作しているときを除いては、コンパレータ104-4がトリップされない電圧に設定されている。ここで用いている「トリップ」とは、コンパレータの出力が論理1の状態になることである。

図25は、マイクロコントローラ88によって実行される動作の流れ図である

。ブロック132は、マイクロコントローラの動作の開始点を表している。最初に、マイクロコントローラは、ステップ134で、PLCバス（CEBus）を介して外部ノードからリクエスト（要求）を受け取ったかどうかを判断する。受け取っていない場合には、制御は、ステップ136に分岐し、そこで、マイクロコントローラは、分岐回路状態信号に対して、その内部ポートと内部レジスタとをポーリングする。マイクロコントローラは、次に、ステップ138で、その動作モードをチェックする。マイクロコントローラが、いわゆる「ポーリングされた」モードで動作している、すなわち、基本的に分岐回路をモニタしている場合には、制御は点Aに戻り、プロセスが反復する。しかし、マイクロコントローラがいわゆる「自動」モードで動作している場合には、制御は、ステップ140に進み、現在読み出された値と先に読み出した値とを比較して、任意の分岐の状態に変化

があるかどうか判断される。状態の変化がない場合には、制御は、点Aに戻る。状態の変化がある場合でも、制御は、ステップ142に進み、適切な報告が発生され、その報告が、PLCバスを介して送られ、制御を点Aに戻す。

ステップ134において外部からのリクエストが受け取られたと判断される場合には、次に実行されるステップは、ステップ135である。ステップ135では、元のメッセージが返答を求める場合には、返答メッセージが発生される。他方で、受け取られたメッセージがマイクロコントローラの側に何らかの行為を要求する又は命令する場合には、その行為が実行される。

このように、マイクロコントローラ88は、コンパレータ104-1から104-6を、周期的に、あるシーケンスでポーリングする。状態の変化がコンパレータの出力の1つにおいて検出されるときには、マイクロコントローラは、その事象を認識して、タイムスタンプ付きのエントリを事象ログに発生し、メッセージを、バス・インターフェースを介して、一方の又は両方のマイクロコンピュータに送る。マイクロコンピュータ及びバス上の任意の他の適切な能力を有する装置は、条件リクエスト・メッセージをバス・インターフェースを介してマイクロコントローラに送り、電流モニタによってモニタされる1つ又は複数の装置又は

回路の条件を要求する。電流モニタは、それに対して、適切な返答メッセージを送る。要求側の装置がモニタのチャンネルのそれぞれに接続された負荷を知っている場合には、1バイトの返答によって、8つまでの負荷の状態を知らせることができる。

CEBusプロトコルの用語では、それぞれのコンパレータの状態は、「バイナリ・センサ・オブジェクト」であり、図24の電流センサは、ドラフトEIAホーム・オートメーション(CEBus)仕様ISA60に従う、7つのバイナリ・センサ・オブジェクトを提供する。

オプションとして、マイクロコントローラ88は、それを通して交流電力が負荷に供給されるリレーK1を付勢するように接続することもできる(すなわち、リレー接点は、分岐回路と直列に配置される)。このようにすると、負荷制限能力を与えるために、ただ1つのリレーだけが要求されることになる。リレー・コイルは、トランジスタ・ドライバQK1を介してマイクロコントローラ88によ

って付勢され、ダイオードD1によって、このトランジスタは、オフのときに、誘導的に発生する電圧スパイクから保護される。マイクロコントローラが負荷を分散させるコマンドを受け取る場合には、リレー・コイルを消勢しさえすればよい。リレーの接点がコイル付勢が存在のときに通常開いている場合には、負荷は、停電が生じると、自動的に分散される。マイクロコンピュータにおいて動作しているプログラムと相互作用するマイクロコントローラにおけるファームウェア・プログラミングは、再度の付勢を、電力が復旧した後の所定の又はランダムな時間だけ遅延させ、電力システムへのストレスを緩和する。

結果的に、図24の電流モニタを単一の分岐モニタとして(必要に応じて)用い、これを交流レセプタクルにプラグインし及び負荷をプラグインするレセプタクルを有するするモジュールとして構成することによって、より古い電気機器であっても、モニタされるように適応させ、遠隔的なコマンドによって分散が可能となるように構成することができる。選択的な負荷制限のための複数の優先度レベルを与えることが望まれる場合には、個別の負荷の優先度は、データ構造38(図6を参照)又はそれ以外の適切なデータ構造において、ユーザ入力に基づい

て、マイクロコンピュータによって設定することができる。また、負荷制御モジュールには、優先度レベルを記録するユーザによる設定が可能な手段、例えば、マイクロコントローラによって読み出されるスイッチの組などの手段を備えることもできる。

### 電力モニタ

もちろん、オン／オフ・モードのモニタリングだけでは、ユーザは、それに基づいてエネルギー・コスト又は利用を低減させる決定をすることができるような有用な情報をそれほど得ることはできない。この目的のためには、個別の負荷の電力及びエネルギー消費のモニタリングが必要である。図26を参照すると、本発明による電力モニタの例示的な図解が示されている。電力モニタ150は、電流モニタの場合と同じ電源82と同じPLCバス・インターフェース86とを用いている。マイクロコントローラ152は、シグネティクス社の87C752マイクロコントローラであり、これは、電流モニタのシグネティクス87C751マイクロコントローラと同様であるが、内部に複数のアナログ・デジタル・コンバー

タ(ADC)を有している。この仕様に関しては、後で説明する。

図26の実施例では、1つのモジュールが複数の分岐回路をモニタするのに用いられ(モニタされる分岐に対して、電気機器はただ1つしか存在しないことを仮定する)、すべての分岐が同じ電圧を受け取ると仮定する。ある状況下では、この仮定は測定に誤差を生じさせることがあるが、その場合には、それぞれのモニタされる負荷の両端での電圧を測定するようになされる、すなわち、電力モニタ回路は、負荷に近い位置に配置されなければならない。対照的に、電力モニタ150は、複数の分岐回路へのアクセスが便利である電気サービス・パネルの中に又はそれに隣接して配置することができる。結果的に、不均衡な分岐電圧に関する関心は、完全性のためだけに考慮されるが、これ以上は論じないことにする。線電圧が、増幅器156と抵抗158、162、164、166とを有し参照番号154によって示されている分圧器又は減衰器(アッテネータ)を用いて感知される。線電圧は、約50のファクタで減衰され、増幅器156の出力においてライン168上に、ピーク・ピーク値が約5ボルトである交流信号を生じる。

ノード170において2.5ボルトの直流レベルが導入され、減衰された線電圧に加えられて、増幅器156の交流出力を、0から5ボルト直流の範囲となるようにバイアスする。増幅器156からの出力信号VOLTSが、マイクロコントローラの1つの入力ポートに与えられ、そこで、ADCによってサンプリングされる。VOLTS信号は、また、抵抗174を介して、コンパレータ172の一方の入力にも与えられる。コンパレータ172の他方の入力は、抵抗176を介して、ノード170上で2.5VDCレベルに接続される。従って、コンパレータ172は、ゼロ交差検出器として動作し、線電圧がゼロを通過する度に出力状態を変化させる。コンパレータの出力信号ZEROは、割り込み信号として、マイクロコントローラに与えられる。

回路180は、ノード170に対して、2.5VDCのバイアス・レベルを発生する。抵抗182及び184は、グラウンドと+5ボルトの電源との間の中間にある電圧を確立する分圧器を提供する。フィードバック抵抗186が、増幅器の出力を、この電圧に与える。

図26の実施例においては、4つのチャンネルが示されており、それぞれが1つ

の分岐回路における電流を測定する。4つのチャンネルは同一であるので、1つだけを説明することにする。チャンネル190を例として考える。分岐回路における電流は、コイルクラフト (coilcraft) CS60-0電流センサなどのトロイダル・コア・コイル192を、一次巻線としてはコアを通過する分岐回路導線194の1巻を有する変圧器の二次巻線として用いて、感知される。分岐回路の一次巻線を流れる電流は、二次巻線上に電圧を誘導するが、CS60-0の電流センサの場合には、これは、50オームの負荷抵抗196を用いる分岐回路において、アンペア当たりのピーク・ピーク値 (rms) が、約8~10ミリボルトである。演算増幅器202と抵抗204、206、208とを有する増幅器回路200が、約33のゲイン・ファクタを与える。更に、回路180からの2.5VDCバイアスが、抵抗210を介して、演算増幅器202の出力に加えられ、増幅器の出力を0から5ボルトの範囲に配置する。ここで、2.5ボルトが、ゼロの電流信号に対応する。出力信号CURRENT1が、マイクロコントローラの1



つのADC入力に与えられる。

マイクロコントローラにおける1つ又は複数のADCが、VOLTS信号と4つの電流信号CURRENT 1、・・・、CURRENT 4とを8ビットのデジタル数に変換する。これらの変換は、マイクロコントローラを動作させるファームウェアの制御の下で実行される。それぞれの変化には、約40マイクロ秒が必要である。それぞれの分岐回路において電圧、電流及び電力を取得するには、コントローラは、それぞれの電力線の電圧のゼロ交差の度に割り込みを受ける。次に、マイクロコントローラにおいてタイマが始動して、分岐電流の1つが読み出される。マイクロコントローラのタイマによって決定される電力線周波数における電氣的サイクルの4分の1の終了の時点で(すなわち、60Hzの電力線周波数では、1/240秒)、同じ分岐における電流が再び読み出され、線電圧もまた、読み出される。第1の電流をIRとし、第2の電流をIPとし、電圧をVとすると、電力P及び無効ボルト・アンペアは、 $P = V(I_P)$  かつ  $VAR = V(I_R)$  として計算される。連続的なサイクルにおいて、連続的な分岐における電流が読み出され、それぞれの回路における電流が、それによって、計算される。

それぞれの分岐における電力レベルは、マイクロコントローラによって累積されて、それぞれの分岐回路(電気機器)において消費されたエネルギーが決定される。電力とエネルギーとの両方が、CEBus(又はそれと同等の)通信リンクを介して、質問を発する側の装置に報告するために保持される。

もちろん、上で述べた方法は、分岐回路において非線形の負荷は存在しないと仮定している近似的なものである。これは、モータ、加熱及び抵抗性の負荷では、正当化できる仮定である。しかし、コンピュータ、テレビ受像機などのような電子的な負荷に関しては、有効ではない。負荷が非線形である場合には、エネルギー及び電力は、電力を更に頻繁に、おそらく、線電圧のサイクル当たり100回以上、測定することによって得ることができる。これは、もちろん、87C752マイクロコントローラにおけるものよりもはるかに高速に動作するアナログ・デジタル・コンバータを必要とするが、そのようなADCは、市販されている。また、87C752マイクロコントローラの手がかりが十分でない場合でも、更に高

速のマイクロコントローラが入手可能であり、電気技術者及び専門家たちは、図面に示されている87C752の代わりに別のマイクロコントローラを用いる方法を知っている。

これまでに開示してきた例では、料金に関係する応用は意図していない。顧客への課金のためには、より正確な測定が必要となる。この正確さは、バイクロン(Bicron)社による電流センサなどのより高性能の電流センサを用い、87C752におけるものよりも分解能の高いADCを用いることによって達成される。更に、不揮発性のメモリが、エネルギー消費の数値を記憶するのに必要となる。

既に述べたISA60の仕様によると、図26に示した電力モニタは、その仕様に従う4つのアナログ・センサ・オブジェクトを組み入れている(それぞれのチャンネルが、1つのオブジェクトを提供する)。仕様によると、モニタは、別のCEBusノード(第1のマイクロコンピュータ・ノードなどの)によってポーリングされ、又は、別のノードが、状態変化(例えば、電力消費が、所定のレベルの上にあるか下にあるかなど)が要求側の装置に瞬間的に報告されることを要求する。好ましくは、マイクロコントローラ152は、電力消費が所定のスレシヨルドよりも上昇する又はそれよりも下降する、あるいは、所定のパーセンテージを超えて変動するときには、瞬間的に報告を行い、それによって、そのような

事象がログに含まれ、エネルギー消費の計算が新たな電力レベルに基づいて行われるようになる。

電力モニタ・マイクロコントローラ152の動作が、図27の流れ図によって図解されている。この流れ図は、3つの手順を含むが、その中の2つは、割り込み駆動による。手順220は、割り込みを受けるとき以外は、連続的に実行される。最初に、ステップ221で初期化される。次にステップ222において、マイクロコントローラは、制御されている装置の状態への変化のリクエストを、又は、制御されている装置に関する報告へのリクエストを探す。状態変化又は報告を求めるリクエスト/命令が受け取られると、コントローラは、ステップ223に進み、制御ループを、ステップ222のエントリに戻す。そのようなメッセージが受け取られないと、ステップ222は、それ自身でループを繰り返す。交流

搬送信号においてゼロ交差が生じると、上述のように、そして、ステップ230に示されるように、割り込み要求が生じる。この割り込みに対応して、ステップ232が実行される。ステップ232では、（ポインタによって選択された一以下の説明を参照）分岐の中の1つに対する無効電流が読み出される。4分の1サイクル（すなわち、電氣的90度）のタイマが開始される。そして、ステップ236において、制御が、割り込みサービスから戻る。タイマは、ステップ237において終了すると、割り込み要求を発し、それは、ステップ238において満足される。このステップにおいて、電圧と選択された分岐における電流の同相成分とが読み出される。電力の計算がなされて記憶され、好ましくは、明示的な又は暗示的なタイプ・スタンプを伴う。次に、ポインタが、次のゼロ交差において次の分岐回路を選択するように設定され、これによって、分岐回路を通過する連続的な循環が保証される。最後に、割り込みサービス・ルーチンが、制御を手順220に戻すが、ステップ240において割り込み要求が満足されるときに、それから離れる。

電力モニタは、電流モニタの場合と同様に、リレー（図示せず）を同じように追加することによって、負荷制限の応用例にも適応できる。

### 3相システム

商業用の環境では、電力分配システムはしばしば3相である。これは、本発明

に従うシステムにおいて、データ及びコマンドを電力線搬送通信システムを經由して通信する必要性に関して幾つかの問題を提起する。1つの解決法は、同じPLC信号を3相のすべてに与えることである。1つの相の上のデータ信号を受信することのみが必要であり、他のものは冗長となる。

しかしながら、3相システムのワットー時間（watt-hour）消費を測定する幾つかの設備メータはトランスフォーマを経由して駆動される。トランスフォーマのインダクタンスはPLC信号をブロックし得る。もし単相110ボルト線がメータに接続されるならば、メータのセンサ回路はこの110VAC線を経由で読み取りをマイクロコンピュータに送信することができる。

### 通信サブシステム

前述したように、第1のマイクロコンピュータは好適には1つ以上の通信サブシステムを有する能力を備える。好適にはこの能力は、第1のマイクロコンピュータに工業標準バス及び回路ボード、カード又は他のモジュールを受けるためにバス上に多種のソケットを装備することによって達成される。バスは、例えば、ISA、PCI、PCMCIA又は他の標準の仕様と一致する。取り付けられる通信サブシステムはその標準と一致する任意の通信デバイスを含む。即ち、考えられる通信サブシステムとしては、モデム（ワイヤード又はワイヤレス）、RFトランシーバ、光ファイバ・データ通信リンク、パケット・トランシーバ（例えば、電話システムを用いるためのもの）などが幾つかの例としてあげられる。その他の通信デバイスも入手可能であれば容易に付加することができる。更に、幾つかの通信ボード及びカードを顧客のシステムに取り付けることもできる。システムがこれらのボード及びカードを経由で他のデバイスと通信することを可能とすることに加えて、適切にプログラムされている場合には、顧客のマイクロコンピュータを通じて通信サービスを互いにクロス通信（cross-communicate）することができる。

#### 負荷の制限（shedding）

負荷を分散させる（Shed）ために必要なことは、特定のアドレスのデバイスをターンオフするための又は特定の優先レベル（単数又は複数）又はタイプのすべてのデバイスをターンオフするためのコマンドを同報通信することである。シ

ステムは各負荷制御モジュールにプログラマブル・マイクロコントローラの形態の分配されたインテリジェンスを所有するため、コントローラは関連する負荷がメッセージにおいて確立された規準に合うか否かを判定し、合う場合には負荷をターンオフすることができる。分散したすべての負荷をターンオンするために、所定のメッセージがネットワークを通じて同報通信される。互換的には、特定のデバイス対してそれがターンオンされるように又はそれへの電力がリストア（restore）されるようにメッセージが第1のマイクロコンピュータによってアドレス指定されてもよい。更に互換的には、分散の要求が繰り返されなければ所定時間後にマイクロコントローラに関連する負荷への電力をリストアするように該マ

マイクロコントローラをプログラムしてもよい。後者のアプローチはネットワーク上のメッセージ・トラフィックを減少させるために好適である。また、電力リストラクション (restoration) ・メッセージの受信故障に対する予防となる。このようにして、例えば、冷蔵庫が予めセットされた間隔よりも長くターンオンされないことが保証される (電力がなくなると仮定する)。更に互換的には、負荷の分散を開始させるメッセージは、負荷が分散されるべき間隔又はメインに自動的に再接続されるべき時間を表すデータを含み得る。

デバイス・テーブルの状態フラグはデバイスの分散状態を示すようにセットされ得る。もし「負荷のシェッディングの終了」の同報通信が受信されると、システムの各デバイスに対して、第1のマイクロコンピュータは状態フラグをチェックし、負荷への電力をリストアするコマンドを発生する。状態フラグはまた、計時された事象の間に変わる。もし計時された事象が電力設備によって開始された負荷のシェッディングの事象の間に発生すると、計時事象進行中の状態に対するフラグのセットによって、デバイスが汎用の「負荷のシェッディングの終了」メッセージによってターンオンすることを妨げる。

第1のマイクロコンピュータによって実行されるプログラム・モジュール240に対する適切なフローチャートが図28に示される。このプログラム・モジュールは、負荷の分散を実施するために特定の負荷制御モジュールをアドレス指定するために第1マイクロコンピュータにおいて使用するためのものである。これは頻繁に (例えば、キーボード入力又は通信システムからの入力をスキャンする

ときにはいつも) 実行される。なぜなら、負荷・シェッディング期間は任意の時に開始及び終了され得るからであり、デバイスがターンオフされた後にターンオンされることを可能とする。また、以下に説明するように、図38及び図39のプログラムからも、負荷のターンオンが現存する負荷シェッディング要求に違反しないことを確実にするために、負荷をターンオンする前の最終的チェックとして実行することができる。

ブロック242Aでプログラムが入力される。最初に負荷シェッディング状態フラグ (示さず) をチェックし、ステップ242Bで、前回に見たときから負荷

の分散状態が変更されたか否かを判定する。負荷制限状態フラグは指定されたメモリ位置の内容であり、負荷制限要求（コマンド）が受信されるときにはいつもビットが第1のマイクロコンピュータによってセットされ、負荷の分散間隔を終了するメッセージが受信されたときにそのビットはリセット（即ち、クリア）される。更に、負荷制限状態フラグは、後に有効とされる負荷制限優先レベルを記録する幾つかのビットを含む。即ち、負荷制限状態フラグの内容は、分散の優先レベルが変化するときにはいつも、及び負荷制限間隔が開始又は終了するときにはいつも変化する。もし負荷制限状態フラグが変化していなければ、制御はステップ242Cへ分岐する。ステップ242Cにおいて、その時の現在時間（then-current time）と次の予定された事象（イベント）が発生する時間が比較される（好適には、この比較を容易にするために、事象テーブルの各日の事象が時間順に維持される）。もし、その時の現在時間（then-current time）が次の事象が実行される前であれば、ステップ242Dでプログラムは出て、制御を呼び出しプログラムに戻る。しかしながら、もしその時の現在時間が、次の事象が実行される時間と等しいかそれよりも遅いならば、DEVICE（デバイス）テーブルの状態フラグ（フィールド）は、ステップ242Eで、その事象と接続したデバイスの新しい状態を示すようにセットされる。（即ち、たとえ事象が発生することが許されていないくとも、次に説明するように、事象が発生したら、状態フラグはそれにもかかわらずデバイスの状態を示す。）次に、ステップ242Fで、デバイスの優先レベル及び負荷制限状態フラグが事象が実行されることを許可するか否かの判定が行われる。もし事象が、例えば、デバイスがターンオ

ンすることを指定し、デバイスがターンオンされると違反されることとなる現在のシェッディング要求があるならば、事象は実行されず、デバイスはターンオンされない。もし環境が事象の実行を許可しないならば、制御はステップ242Gへ分岐する。ステップ242Gにおいて、事象（イベント）ポインタと言われるポインタが次の事象に対するように更新され、次にプログラムはステップ242Hで出る。事象ポインタは単にメモリ中の位置であり、その内容は事象テーブルの次の事象をアドレス指定し、次の事象のアイデンティフィケーションを容易に

する（このようなポインタの使用法は従来のプログラミング技術である）。デバイスの優先順位及び負荷制限状態フラグが事象の実行を許可すると仮定すると、制御はステップ242Fからステップ241Iへ進み、事象を実行するための適切なコマンドが発行される。ステップ241Iに続いてステップ242G及び242Hが前述のように実行される。

もし前回検査されてから負荷制限状態フラグが変更されているならば、制御はステップ242Bからステップ244Aへ進む。ステップ244Aにおいて、負荷制限優先レベルが増加したか又は減少したかに関する判定が行われる。もしシェディング・レベルが増加し、より多くのロードが分散されることを示していたならば、プログラムはステップ244Bへ分岐する。そこで、シェディング・ポインタと呼ばれるポインタがセットされて、DEVICEテーブル（単数又は複数）の第1の装置を指す。一連のステップ244C～244Fが次に実行され、各装置をチェックし、優先レベルが分散されるべき範囲内にあるときにはターンオフする。次にプログラムはステップ244Gで出る。

ステップ244Aにおいて、もしシェディング・レベルが減少したことが確立されたならば、その代わりに、DEVICEテーブルの各装置をチェックするために一連のステップが実行され、もはやシェディング要求の対象ではなくかつ、分散状態以外の、オン状態にある装置をターンオンし、それらのプログラムされたスケジュールを自由に実行できるようにする。これらのステップは246A～246Fに示されている。チェックすべき装置がなくなったとき、ステップ246Gでプログラムが終了する。

### 停電

第1のマイクロコンピュータにおいて、マシンの状態は頻繁に、例えば、30秒毎に記憶される。データが記憶されるのみならず、その時の日付及び時間が記憶される。第1のマイクロコンピュータが停電の後に付勢されるとき、CMOSクロック（現在のマイクロコンピュータには普通に備わっている）から日付及び時間を読み取り、次に記録の日付及び時間とともにマシンの前の状態を読み取る。2つの時間の差から停電の期間が判定され、適当なユーティリティ会社（util

ity company) への後の報告 (レポート) のためにログされる。

#### レポート (報告)

このシステムが顧客及び公益事業 (ユーティリティ) 会社の両方に対して発生できるレポートは大変便利である。入手可能な情報から発生できるレポートを余す所なく目録にのせることができない。システムの電流及び電力モニタにより供給されるデータを、それが無数の方法でレポートされかつ検査される従来のデータベース・プログラムに輸出することができる。しかしながら、試験的に又はシミュレーションにより発生された幾つかのレポートは、システムの値を示す。

図 29 において、254 で、顧客の使用の運転平均のグラフと比較して、グラフ 252 は顧客の 1 日の合計エネルギー消費を示す。水平軸は 1 時間の時間単位で印付けされている。もし顧客がどの装置が 3 時 30 分及び 4 時 30 分のピークの原因となるかを知りたいならば、個々の装置に対するグラフ (示さず) をグラフ 252 に重ねることができる。この場合、ピークは電気衣服乾燥機の運転によるものであることが知られている。1 時 30 分近くの小さなピークは家のすべての照明及びターンオンされていた掃除機によるものであった。別の例が図 30 に示されており、棒グラフが構築されており、1 週間の 1 つの家の監視されている負荷の各々の運転のコストを示しており、明らかに、このようなデータは週毎に及び家毎に異なる。図 31 に示す別の表示は、日の時間の関数として合計エネルギー消費のどれだけが多種の負荷の各々に起因するかを示す棒グラフである。入手可能なデータを見るための別の方法は図 32 に示されるレポートであり、この図は棒グラフを示し、各棒は或る選択された時間間隔にわたる監視された各負荷の日毎の平均コストを示す。レポートする異なる間隔を選択することによって、季節的变化が明白となる。季節的变化はまた、図 33 に示されたレポートのように、

1 つの負荷 (例えば、エアコン) を選択することによって観察可能である。各負荷の運転の合計の年次コストは図 34 に示されたようなレポートから理解される。レポート発生器モジュールは、前述のレポートの各々を発生するスプレッドシート・プログラム及びテンプレートを含む。しかしながら、ユーザは収集したデータの任意のものをユーザの選択したスプレッドシート・プログラムに負荷する



ことができ、これが次にユーザが「what if(ホワット イフ)」形式の質問を尋ね、それに対する回答を獲得することを可能とする。例えば、ユーザは次に、特定の装置を異なるスケジュールで運転することによっていくら節約できるかを判定することができる。

同様に合計エネルギー消費を第2のマイクロコンピュータのモニタに棒グラフで表示でき、これは、例えば、図35(ドル・コストで結果を表す)又は図36(kwhで結果を表す)に示されるように、エネルギー使用速度計を構成する。図35において、「現在エネルギー・負荷」とラベル付けされたボックスは、1時間に標準化した(即ち、1時間の率が一定であると仮定する)最も最近の30秒メータ読み取り間隔のエネルギー・コストと、対応するキロワット・時間の数を表示する。スクリーンの左側に沿って、幾つかのそのような30秒間隔の測定値のシーケンスが示され、水平の棒の長さはエネルギー消費と比例する。オプションで、消費されるエネルギーの量の関数として、アラームを鳴らすか又はスクリーンの色を変化させることができる(図37に示されるように、図37は、1日で、顧客が所定のレベル・最大値の分数部分で表される一でどれだけの時間だけエネルギーを消費したかを示す)。

#### タイミングがとられ条件付けられた動作

第1のマイクロコンピュータで実行され条件付きのオン/オフの装置の動作を実行するプログラム・モジュールの流れ図が、図38-40に示されている。これらのプログラム・モジュールは、周期的にだけでなく、装置をオンする前に実行される(もはやオンすべきでない装置をオフに切り換え、レートの減少の後でオンにする)。そのように制御される最初の装置が、ステップ302で、識別される。装置のタイプが、次に、ステップ304において確立され、装置の動作が、全体的なコスト又は時間全体に基づいて制御される場合には、制御は、モジュール

306に分岐し、これが、図39に拡大されている。しかし、装置の動作がエネルギー・レート(すなわち、kwh当たりのコスト)又は全体の時間に基づいて制御される場合には、制御は、モジュール308に分岐し、これは、図39に拡

大されている。モジュール306及び308の実行に続いて、制御は、ステップ310に戻り、そこで次の装置が識別される。ステップ312において、すべての装置がチェックされたかどうかの判断がなされる。この判断が否定的である場合には、装置のタイプがステップ304で決定され、プログラムは、上述のように動作し、すべての装置がチェックされている場合には、モジュールは終了する。

図39を参照すると、ステップ306Aにおいて、装置がすでにオンになっているかどうかに関する最初のチェックがなされる。オンではない場合には、ステップ306Bにおいて、現在の日付が、メモリから読み出されるその装置がオンになるのが許容されるべきであった最後の日付と比較される。日付が一致する場合には、モジュールは、装置をオンにすることなく、終了する。日付が一致しない場合には、進行中の負荷制限動作を損なわない条件で、装置がオンになることが許容される。従って、プログラム240がコールされ、「ターン・オン」メッセージが、プログラム240が許容すれば、発生される。また、その装置のための利用カウンタがリセットされ、ステップ306において、この利用間隔の間に利用の記録が開始される。他方で、装置がすでにオンである場合には、プログラムは、次に、ステップ306Dにおいて、全体時間に達しているか超過しているかがチェックされる。この回答が肯定的である場合には、装置は、ステップ306Eにおいて、オフにされる。同様にして、全体の時間が承認された時間に達していない場合には、ステップ306Fにおいて、全体の承認されたコストに達しているかどうかチェックされる。回答が肯定的である場合には、ステップ306Eにおいて、装置はオフにされ、否定的である場合には、モジュールは終了する。

図40は、モジュール308のための図解的な流れ図を示している。第1に、装置の状態が、すでにオンになっているかどうかについて、ステップ308Aでチェックされる。装置がオンである場合には、当日の最大時間の割り当てに到達しているかどうか、ステップ308Bでチェックされる。そうであれば、装置は、ステップ308Cにおいて、オフにされる。そうでない場合には、ステップ

308Dにおいて、エネルギーに対して課金されるその時点でのレートが顧客がその装置に対して許容する最大の課金を超えるかどうかチェックされる。回答が肯定的であれば、ステップ308において装置は、オンされる。そうでなければ、モジュールは、終了する。装置がステップ308Aにおいてオンでない場合には、モジュールは、その装置に対して許容されるその日の最大の時間に達しているかどうか、ステップ308Eで判断される。最大の時間に到達している場合には、モジュールは、装置をオンにすることなく、終了する。しかし、最大の時間に達しておらず、進行中の負荷制限動作が損なわれないならば、ステップ308Gにおいて、装置はオンに切り換えられるが、これは、現在のエネルギー・レートが顧客によって設定された最大の許容されるレートを、ステップ308Fにおいて超えない場合に限る。ステップ308Gは、コールをプログラム240に組み入れ、負荷制限画面動作を実行する。

#### 使用と効果

以上で、本発明によるシステムが、非常な融通性を有しており、種々の機能を達成するために、異なった方法で、動作され得ることが判った。少なくとも、次に掲げる動作及び効果が含まれる。

##### A. 遠隔的な電子的メータの読み取り (検針)

このシステムは、エネルギー消費情報を、顧客の敷地から、公益企業（電力会社）に、送信することを可能とするインターフェースを提供する。この送信動作は、顧客、又は、電力会社によって開始され、顧客の敷地のマイクロコンピュータに対し、情報の要求が送られる。この消費情報は、日付および時間情報が付加され、使用時間帯により、又は、それとは別の方法で電気料金を課金することが可能になる。情報の要求は、概括的のものでいいし、電力量計を読み取った数値が記憶されているメモリ・アドレスの内容を送ることに特定することもできる。この情報は、現実の顧客のエネルギー使用状況に関する意義を有する。付加的な利点としては、土地が売却された際の課金が簡略化される。売主は、ある決められた時点までの請求をされ(その時間ちょうどに、遠隔的に検針すれば良い)、買主は、その時間から後の分の料金を払えばいいからだ。このことは、次に挙げる二つの利

点と、関連する。

#### B. 遠隔操作による接続と切断

このシステムを用いて、遠隔的なモニタリングを行い、付加分散コマンドを与えることにより、電力会社は、顧客に対し、料金前払方式(下記参照)により、エネルギーを供給することができる。電力会社は、顧客が、前払分を使い切ったこと、あるいは、クレジットの範囲を超えて使用したことを知ると、その顧客に対する供給を、遠隔操作によって、切断することができる(その後に、再接続することもできる)。この目的を満足する遠隔的な制御が可能な電力量計のスイッチは、既に入手可能である。本発明は、このようなメータの動作を容易にするが、無線信号により制御されるメータではなく、CEBusを使用することによって、容易にしている。例えば、第1のマイクロコンピュータが使用をモニタしていることにより、予め設定された時間に、予め設定された条件(消費エネルギー量など)で、メータのスイッチを(適当なインターフェースを介して)付勢することができる。CEBusに従う、遠隔制御可能な電力メータは、例えば、Landis & Gyr社から入手可能である。電力会社は、メータの読み出しに関して複数回第1のマイクロコンピュータに質問することによって、電力を切断するように付勢されているかを遠隔的にチェックする。メータの読み出しが変化しない場合には、電力は切断されている。

#### C. 収益保護のための警告

顧客の敷地における基礎(ベース)コンピュータが、電力消費をモニタし、使用量のピーク時(この時に、エネルギー・コストは上昇するのが典型的)や、電力供給の緊急の際に電気機器を制御することによって、本発明のシステムは、電力会社に、収益を確保させる機能を有する。まず、顧客が引越しをした際には、このシステムは、メータを読み取るのに用いることができ、顧客に対して、最終の請求書を発行できるようにする。次に、顧客の敷地におけるシステムに対して、この直前に説明したように、遠隔的な切断を実行するように告知することができる。もし、顧客の敷地のシステムが遠隔切断に対応していない、又は、遠隔的な切断機能が実現されなかったとしても、使用する権限の無い電力消費に対し、ある程度の防御を行なうことはできる。この発明によるシステムを用いて顧客の電力

使

用をモニタすることで、主要な電気機器をオフにし、重大な電力使用が行われな  
いことを保証できる。これは、周期的に（例えば、日毎にあるいは、時間毎にも  
）電力計を読むことによってなされる。顧客側の第1のマイクロコンピュータは  
、これを自動的に行なうようにプログラムすることができる。電力会社は、更に  
、メーターの情報を求める遠隔的な要求を発することができる。電力が使用され  
ていることをシステムが検出すると、このシステムは、電力会社に対し、告知を  
行い、それによって、電力会社は、しかるべき行動を起こすことができる。更に  
、システムは、電力会社が特定の電気機器をモニタして、顧客がそのような条件  
下ではその電気機器を使用しないことに同意している場合に、特定の（例えば、  
ピーク時）に、それらの電気機器が電力を消費していないことを確認することが  
できる。

#### D. 緊急の付加分散

電力システムの信頼性を向上させ、広範囲にわたる緊急事態の際に配電システ  
ムの負荷を制御するために、顧客は、自らの負荷に優先順位を付けることがで  
き、電力会社は、選択された優先順位を有する負荷を切断する、又は、優先順位  
の付けたシーケンスで負荷を切断するメッセージを（個別の顧客に、又は、一定  
の地域内の顧客のグループに）送信することができる。例えば、顧客は、割当て  
に関する優先順位を、レベル0からレベル3まで指定できる。顧客は、決して電  
力供給が途絶えてはならない装置に対しては、レベル0の優先順位を指定し、緩  
やかな停電(rolling blackout)を回避するために電力が分断されてもかまわない  
装置には、レベル1の優先順位を指定する。またオンオフを繰り返しても、その  
緊急時の間、システムの安定性を維持できる多くの装置には、レベル2の優先順  
位を指定する。また、その他の装置は、重要性が無く、緊急時には、電力の割当  
てが電力会社により停止されてもかまわないので、レベル3の優先順位を指定す  
る。このように、調整できることで、電力会社は、電力使用料のピークを低減す  
ることができ、電力供給能力を増したり、電力を買ったりする必要がなくなり、  
電気料金を下げることが出来る。さらに、ある条件下における、緩やかな停電(r

olling blackout)が生じる虞を減少することができ、顧客に対しては、電力供給制限に関する優先順位を自分で設定する自由を与え、電力会社に対しては、

供給システムに関する高度な制御を可能にする。更に、顧客は、居ながらにして、第2のマイクロコンピュータのディスプレイを通して、どのような状態にあるのかという情報を常に手に入れることが出来る。メッセージのトラフィックを減らすために、負荷の分散を実現するのと同じメッセージは、顧客の側の端末で、負荷制限の必要性が増していることを示すメッセージを表示し、その結果として、指定された装置から、電力を奪うことになる。

#### E. 停電の通知

このシステムは、更に、停電の通知も行ない、それによって、電力会社は、下記の敷地においていつ停電が生じたかを知らされる。この特徴は、多数の方法で実現される。1つのオプションによれば、第1のマイクロコンピュータにおけるマイクロプロセッサは、電源電圧が低下していることを検出しその場所で停電が生じていることを主張するメッセージを送出するルーチンによって割り込み要求を発生する回路が組み込まれている。別のオプションによれば、マイクロプロセッサにそのような回路が組み込まれていなくても、そのような回路を別個に設置してマイクロプロセッサに接続して割り込み要求信号を与えるようにする。停電メッセージは、電話システムを介して、又は、RF（無線）放送によって、又は、別のチャネルによって、電力会社に送信される。電話を用いる場合には、CPEUは、電話のオートダイアラ（図示せず）、通信プログラム、モデム（図示せず）を含まなければならない。RF送信が送られる場合には、CPEUはRF送信機と送信機を制御するプログラムとを含み、メッセージを送出する。好ましくは、補助電源（バッテリー又はコンデンサ、図示せず）がCPEUにおいて与えられ、停電メッセージの送出手間を可能にするのに十分な時間の間十分な電力が存在することが保証される。RF放送を用いることは、電話よりも好ましく、それは、その方が電力会社に届く蓋然性が高いからである。電話の場合には、停電によって影響を受ける可能性があるからである。多数の顧客からの停電の告知を比較することによって、電力会社は、場所を特定して、修理クルーを問題のある場所へ

より早く、低い費用で派遣することができる。それ理由は、修理クルーは、故障場所の特定に時間を費やすことがないからである。

#### F. 地域社会緊急警告

負荷の分散のために利用されるものと同じメッセージ・サービスを使うことにより、地域社会の警告の役割を果たすことが出来る。これにより、電力会社や、それに指示されたものが、顧客に対し、限定された地域ニュースや、緊急メッセージを送ることが可能となり、例えば、緊急的な悪天候に対し注意を促すことが出来る。もし、音による警告が顧客のコンピュータで利用できるなら、音を出すことも出来る。もし、テレビや、ケーブルテレビとのインターフェースが、システムとの間に用意されていれば、メッセージは、自動的に、テレビのスイッチを入れ、特別のエネルギー番組にチャンネルを合せ、詳細な情報を表示し、放送番組であるかのように、情報を更新することも出来る。

#### G. 料金の支払

このシステムの、通信機能により、顧客は、自分の電力使用料金を、ディスプレイ上で確認することができ、電子マネーや、クレジットカードによる、料金の支払いを行なうことが出来る。このことで、電力会社側は、直接の作業や郵便料金を削減することが出来る。

#### H. 中断の分析

電力会社に対する、サービスコールのうち、主なものは、一時的な停電である。こういった一時的な停電は、多くの場合、木の枝が配線に接触して安全装置が働いたことによる。一時的な停電でも、デジタル時計や、その他の装置をリセットしなければならず、顧客を苛立たせるものだ。この種の一時的な停電は、電力会社に対する苦情の電話の原因のもっとも大きな原因であるが、これらの電話に対応するためには、大きな費用がかかる。顧客宅の一時的な停電を察知すると、このシステムは、そのような電線の接触している場所を特定することで費用効率がよく、プロアクティブな状況の修正ができるようになる。更に、第1のマイクロコンピュータは、電力会社が設定した周波数及び期間に関する基準に合致する複数の一次的な停電を検出すると、電力会社にメッセージを送り、ライン・クル

ーにサービス・コールを要求する。電力会社は、同様の要求が、違う顧客のCPEUから寄せられているかどうかを確認し、もしそうであったら、影響を受けている顧客に共通する電線の場所を特定し、問題のある地点を局所化し、その地域に、直接、保守要員を効果的に派遣することが出来る。

#### I. 顧客が制御する回路

このシステムのビデオ・インターフェースを利用することで、顧客は、照明や、電気機器を制御することが出来る。例えば、顧客は、室内や屋外の照明を操作し、コーヒーを沸かし始め、スプリंकラーを動作させ、プールのポンプを予定通り動かすことなどが出来る。これらの操作は、全て、ビデオ・インターフェースを用いて、中心装置から行なえる。このインターフェースは、操作する装置のタイプに応じた、入出力表示を備えている。

#### J. 温度制御

ビデオディスプレイを用いると、CEBus対応のサーモスタットは、曜日、一日の中の時間などにあわせて、所定の快適レベルにプログラムしておくことができる。

#### K. 季節モード

このオプションにより、顧客は、季節に応じた、照明、暖房、冷房のスケジュールを設定しておくことが出来る。

#### L. 留守宅モード

このオプションによると、休暇の間や、それ以外に家を離れる場合の、電力消費を押さえるように電力使用のスケジュールを設定することが出来る。また、この機能は、湿度センサーと連動させることにより、除湿機や、エアコンのスイッチを入れることで、湿度が高い時期に、カビが生えることを抑止することが出来る。

#### M. 電力ピックアップ

電力供給停止が起った時、バックアップの制御電力が失われる前ならば、全ての制御モジュールに対し、第1のマイクロコンピュータから、メッセージが送られ、すべてのブレーカを開け、本線から負荷を切り離すことができる。また、ブ



レーカを開回路状態にして、消勢させ、その旨の命令が発せられるまでは、再度付勢されることなく、閉じることのない状態であることができる。電力が復旧する際には、第1のマイクロコンピュータは、それぞれの負荷を、所定のシーケンスで、電気機器のタイプと再始動要件とに基づいて、オンラインに戻す。所定の範囲内の疑似ランダムな遅延を追加して、ある種のタイプの電気機器すべてが同

時にオンラインになるのを回避することが行われる。この能力によって、これらの負荷の全部がオンラインに戻ることは回避され、瞬時電力が復旧され、再付勢化がスタガされる。これにより、電力システムに対する著しい応力が回避され、コールド負荷ピックアップの問題を最小化するのに役立つ。更に、電気機器によっては、電力が復旧する前にリセット周期を要求するものもある。例えば、旧式のエアコンがその例である。プログラムされた待機期間によって、これらの電気機器は、通常の状態に戻り、不完全な状態で再始動させることによって電力システム及び電気機器に負担をかけることが回避される。

#### N. コスト有効性

開示された本発明は、顧客にとって、特にコスト的な利益を与える。電力量計と第1のマイクロコンピュータとはCPEUの一部であり、顧客の敷地の外部にあって、電力会社によって所有されている。従って、顧客は、これらに投資する必要はない。顧客の投資は、第2のマイクロコンピュータと種々の負荷制御モジュールに限定される。負荷制御モジュールは、製造時には新たな電気機器に含まれるから、顧客は、これらの装置に対して別個に投資する必要もない。従って、顧客の投資は、最小限に押さえられる。更に、電力会社はCPEUに対する制御を保持しているから、望むままにその装置を増加させることができ、更に、第1のマイクロコンピュータの計算及び制御能力を用いることができる。これは、種々の他の通信サービスと敷地のPLCバスとを相互接続する通信ボードを追加することを含む。従って、CEBusノードがCEBusメッセージをテレビに表示するために通常のテレビ信号に変換することができる場合には、カードをCPEUに追加して、他のサービスが顧客のテレビ上に表示するためのメッセージを送ることが可能になる。更に、CPEUは、ボードを有しており、それによれば

、顧客は、選択された媒体（例えば、ケーブルテレビ分配システム、電話、RFリンクなど）を介して、ケーブルテレビ会社などの他のサービス・プロバイダにメッセージを送ることができる（サービスを注文し、問題点を報告し、質問をするなど）。

第1のマイクロコンピュータをサーバとして用い、顧客が購入する装置に対して計算、通信又はそれ以外のサポートを与えるようにすることによって、顧客も

電力会社も、更に、コスト上の利益を得ることができる。システムによって提供される能力を有する必要がなくなることによって、装置のコストは低下し、電力会社は、製造業者が第1のマイクロコンピュータにアクセスすることに関して課金する。また、製造業者は、CPEUを介して装置と通信することに対しても課金される。

電力会社以外の公益企業がこのシステムによる計測を利用することにより更なるコスト的な利益を享受することができる。従業員を顧客の敷地まで送って、ガス、水道、電気メータなどを検針するのには、費用がかかることは広く知られている。これらのメータをCEBus、それ以外のPLC、ネットワーク通信システムなどにインターフェースすることが可能であり、このシステムを用いて遠隔的な検針を行えば、メータ読み取りの費用を著しく低減することができる。

#### ○. エネルギーの仲介業

本発明は、リアルタイムの電力供給市場、あるいは、仲介業務の実行が容易になってきている。様々な電力会社は、自社の料金体系を潜在的な顧客に知らせることが出来る。これは現実的であれば、任意の頻度で行うことができる。ただ、料金の変更が、一時間毎以上の頻度で、行われることは望ましくないだろうが。第2のマイクロコンピュータを通信端末に使っている顧客は、電力の供給元を変えたいなら、こうした変更の情報を利用して新たな供給者を選択できる。この場合、顧客の供給会社は、利用可能な供給元の卸し売り業者のような役割を果たす。顧客が供給元を変更すると、その供給会社は、変更時までに使った分を顧客のメータから読み取り、請求するとともに、供給元に、その料金体系に基づいて支払いを行なう。そして顧客のシステムに新供給元の料金体系をダウンロードする

。次に、新しい利用契約関係と、その利用開始日時を登録する。供給者は、規定の範囲内で、そのサービスに関する最低限の条件と契約条項とを決定し、それらに従って、供給元の変更が可能ないように供給会社のコンピュータ・システムがプログラムされる。このようにして、エネルギー供給者は、顧客ビジネスに関して、完璧になる。もちろん、電力会社は、法律が許せば、供給者であると共に、配給者にもなることができる。このように、本発明によって、最終消費者レベルでの、エネルギー市場における、競争が可能になる。

#### P. 賢い電気機器の容易化

更に、本発明によるシステムでは、いわゆる「賢い」(スマートな)電気機器の発達及び利用が容易になる。例えば、料理のレシピ(作り方)を、外部ソース(例えば、電力会社及びそれに付随するサービス)から顧客の敷地へ、更に、CPUを介して、直接に、マイクロプロセッサ制御されたオープンにダウンロードすることができる。そして、顧客は、正しい温度や時間を求めてオープンをプログラミングする心配は不要である。別の例として、CEBus電気機器は、その内部的な診断が問題点の存在を示している場合には、直接にその製造業者にサービスを求めることもできる。このコールは、電話インターフェース又はモデムがCPUに設置されている場合には、電話を介して行う。CPUは、電気機器のためのプログラミング情報を記憶し、停電の後で電力が復旧するときには、CPU及び電気機器は、相互作用して、プログラミングを電気機器に復旧し(例えば、VCRプログラミング)、電気機器のクロックをリセットする。

ここで述べたように、「エネルギー」及び「電力」の用語は、他方を除外することを意図している場合を除いて、相互に交換可能に用いている。エネルギーは、実際には、もちろん、電力の時間積分である。従って、ある時間に亘って負荷によって用いられるエネルギーは、一般に、連続的な時点においてとられたサンプルの数に亘る負荷への電力入力を測定することによって計算される。しかし、言葉の本来の意味内容に従って、我々は、エネルギーを測定する又はエネルギーを消費するということがあり、それによると、エネルギーは、測定された量から計算され、エネルギーは、実際は、電気的な形態から別の形態(例えば、光や熱や運動)に変換

されると理解されている。「電力」の方がより正確な場合に「エネルギー」を用いると、又は、その逆の場合には、より正確な用語が意図されていると理解すべきである。

以上で本発明の種々の実施例や、その長所やオプションな特徴について述べてきたが、これらの実施例は、例示的なものに過ぎず、限定を意図したものではないことは明らかであろう。この技術分野の当業者であれば、これらの実施例に対して変更や改善を加えることは容易であり、その際に、本発明の技術思想や技術的範囲から逸脱することはない。例えば、負荷制御モジュールはそれらが制御

する負荷から別個のものとして示してきたが、電気機器は、その内部に制御モジュールを一体的に含むように設計することも可能である。実際に、将来のいわゆる「賢い電気機器」（スマートな電気機器）は、まさにこのように作られることが予測される。例えば、C E B u s 又はそれ以外のインターフェースは、回路ブレーカ及び／又は電力モニタリング回路がビルトインになっているだけでなく、一体的に組み込まれている。それ以外の例では、第1及び第2のマイクロコンピュータの両方に対して工業標準のマイクロコンピュータ・プラットフォームを用いるのではなく、一方又は両方のマイクロコンピュータ、又は、それらのオペレーティング・システムを非標準的なものとすることもできる。幾分融通性が失われるが、一方だけ又は両方のプロセッサをプログラマブルでないコントローラを用いて交換することもできる。専用のハードウェアでもかまわない。従って、本発明は、以下に掲げる請求の範囲とその均等の範囲によってのみ限定付けらる。

【図1】

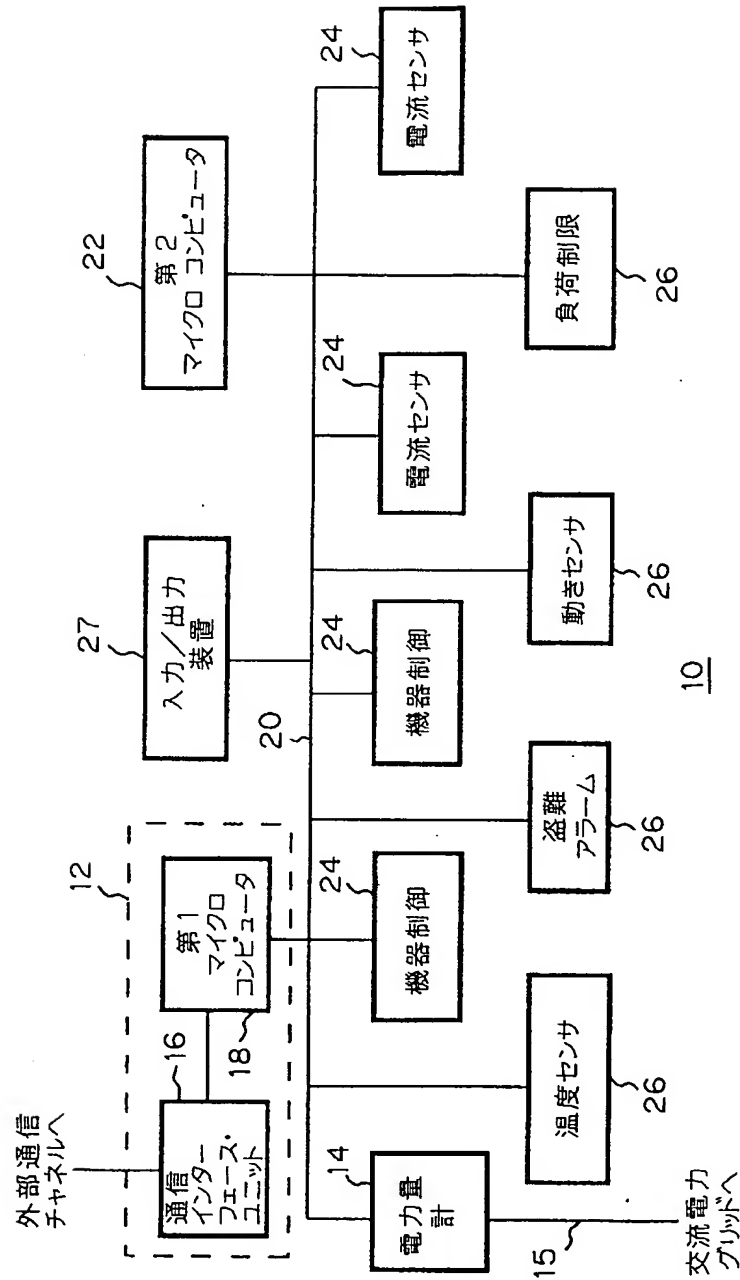


FIG. 1

【図2】

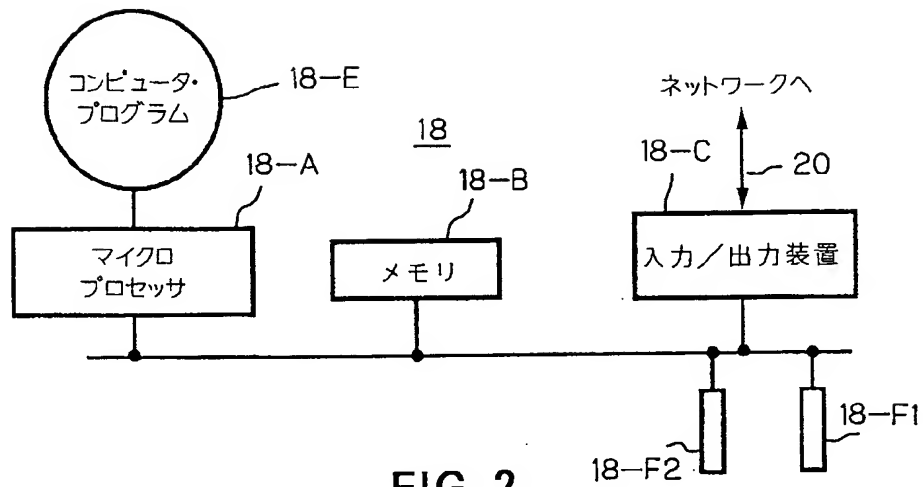


FIG. 2

【図3】

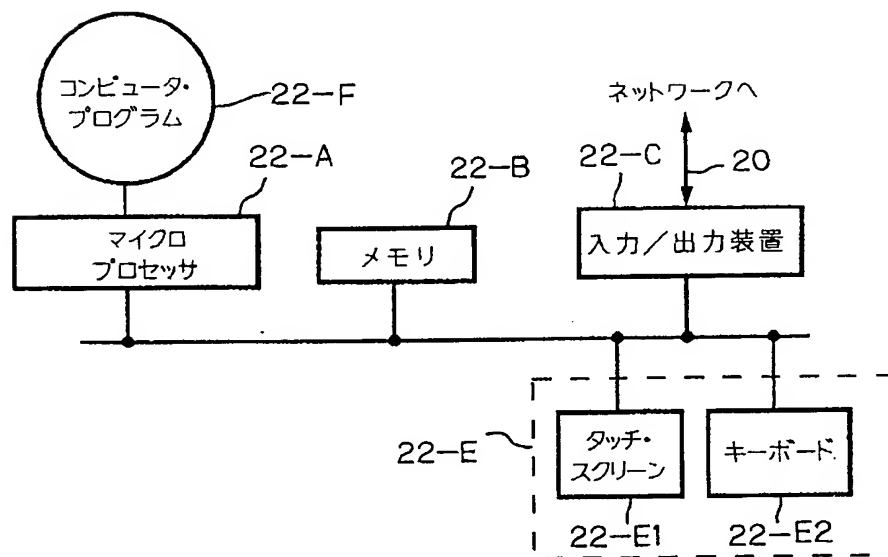


FIG. 3

【図4】

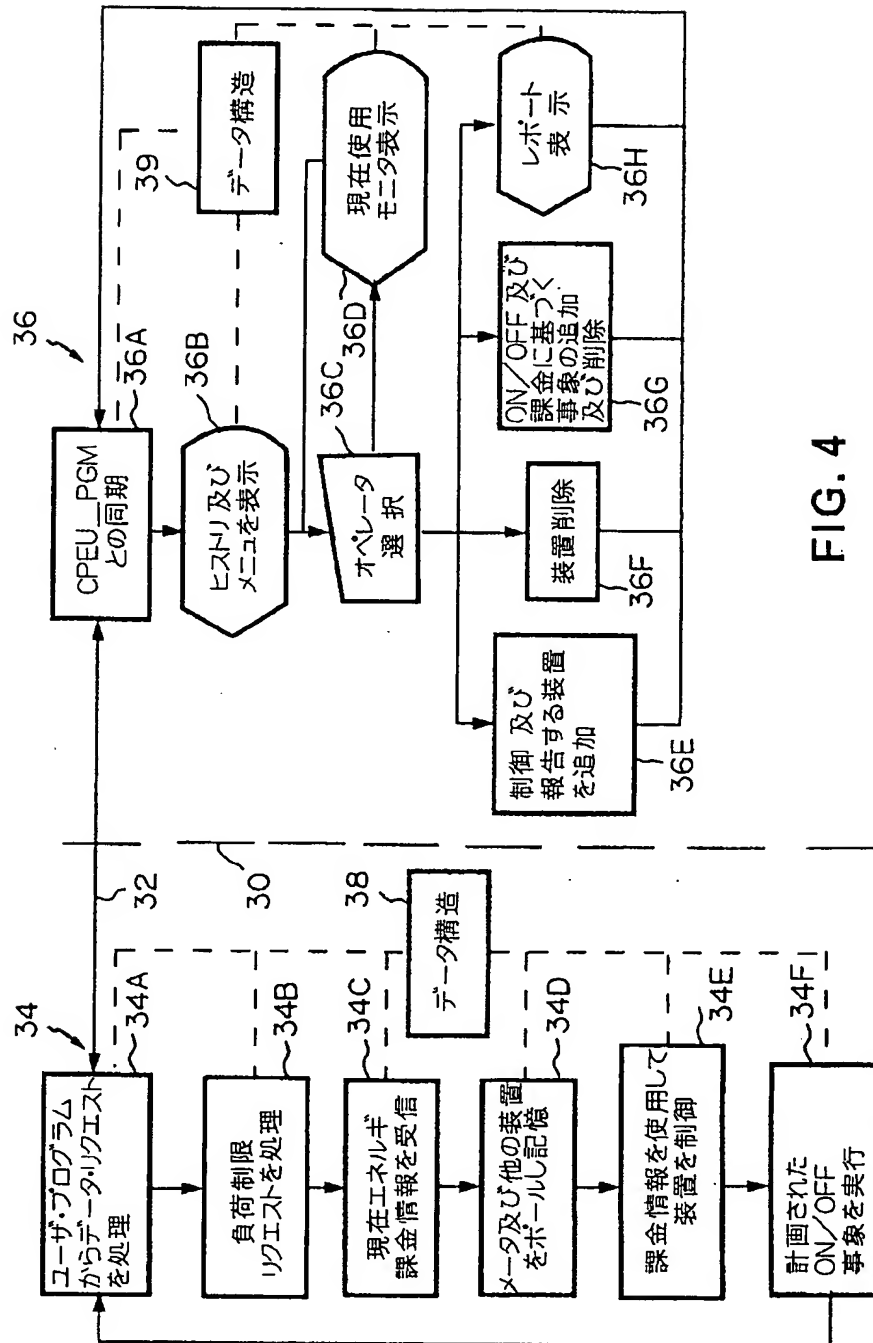


FIG. 4

【図5】

```

struct CUSTOMER
{
    double cost_kwh; // 顧客のkwh当りの電力使用コスト
    char name[21]; // 顧客の氏名
    char addr[31]; // 顧客の住所
    char acct[21]; // 顧客の口座番号
};

```

42A  
42B  
42C  
42D

FIG. 5

【図8】

```

struct METER
{
    unsigned int cebus_hc; // ハウス・コード
    unsigned int cebus_unit; // ユニット・コード (MAC アドレス)
    double current; // 記録された最後の読み
    double current_start [24]; // その時間の最初の読みの
    // 24時間テーブル
    double current_reading [24]; // その時間の最後の読みの
    // 24時間テーブル
    double mtd [24]; // その時間のエネルギー使用の
    // 24時間テーブル
    double last_month; // 先月のその時間のエネルギー使用の
    // 24時間テーブル
    double ytd [24]; // その年のその時間のエネルギー使用の
    // 24時間テーブル
};

```

53A  
53B  
53C  
53D  
53E  
53F  
53G  
53H

FIG. 8



## 【図6】

```

struct DEVICE
{
    unsigned short watts;           // 44A // 装置がオン時のワット
                                     // オフ/オン状態利用可の場合の
                                     // 電力使用量を計算
    unsigned short amps;           // 44B // 装置がオン時のアンペア
                                     // オフ/オン状態利用可の場合の
                                     // 電力使用量を計算
    unsigned char volts;           // 44C // 装置がオン時のボルト
                                     // オフ/オン状態利用可の場合の
                                     // 電力使用量を計算
    unsigned char power_factor;    // 44D // 装置の力率
                                     // 力率 = W / VA
                                     // W = Watts
                                     // VA = Volts * Amps) 44
                                     // 注：交流回路では電流は必ずしも
                                     // 電圧と同相である必要はない。
                                     // 従って、電圧と電流の積は
                                     // 電力と等しいとは限らない。
                                     // モータの典型的力率は0.8(80%)

    unsigned char load_type;       // 44E // 抵抗性、誘導性、蛍光性

    unsigned char priority;        // 44F // 優先度：0=電力会社によって制御されない
                                     // 1=負荷制限中最後にオフ
                                     // 2=中間的優先度
                                     // 3=負荷制限リクエストに対して
                                     // 最初にオフ

    unsigned char circuit;         // 44G // 使用せず
    unsigned char code_number;     // 44H // X10 アドレス番号
    unsigned char code_letter;     // 44I // X10 アドレス文字
    unsigned int cibus_hc;         // 44J // CEBus ハウスコード
    unsigned int cibus_unit;       // 44K // CEBus ユニット番号
    char desc [13];                // 44L // 記述 (情報フィールド)

```

FIG. 6A

【図6】

```

char location [18]; // 44L // ロケーション (情報フィールド)
unsigned char status; // 44M // 現在オフ/オン状態
unsigned int current_hours [24]; // 44N // その日の装置のオン・カウント
// 各チェックは30秒の活性を表わす

unsigned int mtd_hours [24]; // 44O // その月の装置のオン・カウント
// 各チェックは30秒の活性を表わす

unsigned int last_month [24]; // 44P // 先月の装置のオン・カウント
// 各チェックは30秒の活性を表わす

unsigned int ytd_hours [24]; // 44Q // その年の装置のオン・カウント
// 各チェックは30秒の活性を表わす
//

char cebus_noack; // 44R // CEBus装置の場合、装置からのACK
// が期待されるか否かを示すフラッグ

};

struct DEVICE

```

FIG. 6B

【図7】

48

```

struct COMMERCIAL
{
    unsigned short    com - yr; 49A    // 年
    unsigned short    com - mo; 49B    // 月
    unsigned short    com - da; 49C    // 日

    unsigned short    com - hr; 49D    // 時間
    unsigned short    com - qtr; 49E    // 時間内番号

    unsigned short    com - id; 49F    // メータ識別番号

    unsigned short    com - interval; 49G // 間隔サイズ(分)
    double            com - kwh; 49H    // この間隔の消費kwh
    double            com - kvah; 49I    // この間隔の消費kvah
    double            com - kvarh; 49J    // この間隔のkvarh

    double            com - demand; 49K // 需要
    double            com - min; 49L    // オンであった分

    double            com - mtr; 49M    // メータ読み

    double            com - inter; 49N // 間隔長
};

```

FIG. 7

【図9】

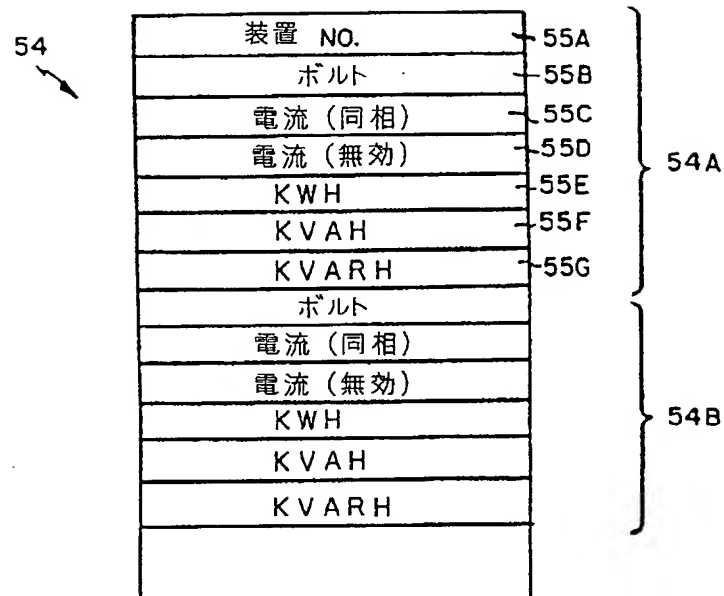


FIG. 9

【図10】

```

#define MAX_EVENTS 128
struct event
{
    unsigned char device;    // この事象がオンの装置
    unsigned char hour;     // 生じる時間 (0-23)
    unsigned char min;      // 生じる分 (0-59)
    unsigned char type_day;  // 生じる日 ビット0=日曜,
                          // ビット1=月曜等、ビットが
                          // セットされた事象はその日に生じる
                          //
    unsigned char action;    // アクション : 0 = オフ
                          //                1 = オン
                          //                2 + 16 * ディム量 = Dim
};

struct event events [MAX_EVENTS];

```

FIG. 10

【図11】

Date:  
WED. 12/14/94

Time:  
02:10:58 PM

Total Energy Used Today  
6.0800 KWH \$0.49

Current Energy Load

Add  
Device

Delete  
Device

Schedule  
Events

Show  
by  
Locations

Show  
by  
Type

Enter  
New Rate

Return

62

FIG.11

【図 12】

Date: WED. 12/14/94	Time: 02:12:13 PM	Total Energy Used Today 6.0900 KWH \$0.49	Current Energy Load
------------------------	----------------------	--	---------------------

Description:  
Location:  
Priority  
Monitored:  
Watts:  
Volts:  
Amps:  
Load Type:  
X10/CEBus  
X10 Letter:  
X10 Number:

Test Device  
Kitchen  
0  
N  
0  
0  
0.0  
Resistive  
X10  
A  
1

FIG. 12

【図 13】

Date: 12/14/94		Time: 02:13:39 PM		Total Energy Used Today 6.0900 KWH \$0.49		Current Energy Load	
Description AIR COND	Location CRAWL SPACE	Pr Mn? Watts	Volt Amps	Tip	Address		
		0			CEB....0001-0002		
<p>ON 12:05a SMTWTFS</p> <p>ON 1:30a SMTWTFS</p> <p>ON 1:31a SMTWTFS</p> <p>ON 1:32a SMTWTFS</p> <p>OFF 7:00a SMTWTFS</p>							
Time of day:		12:00		AM/PM: A		Action: OFF	
		OK				Days: SMTWTFS	
		Cancel:					

FIG.13

【図14】

Date: WED, 12/14/94		Time: 02:12:50 PM		Total Energy Used Today 6.0900 KWH \$0.49		Current Energy Load	
---------------------	--	-------------------	--	--	--	---------------------	--

Description	Location	Pri	Mn?	Watts	Volts	Amps	Tp	Address
AIR COND	CRAWL SPACE			0				CEB: 0001-0002
LIGHTING	HALLWAY			0				X10: A 4
LOW VOLTAGE	HALLWAY			0				X10: C 2
LIGHTING	LIVING ROOM			0				X10: A 2

R

<Enter> Delete
<Esc> Return

FIG. 14



【図15】

Date: WED. 12/14/94	Time: 02:14:20 PM	Total Energy Used Today 6.0900 KWH \$0.49	Current Energy Load
------------------------	----------------------	--	---------------------

Set Current Rate (      0.0800 )

FIG. 15

【図16】

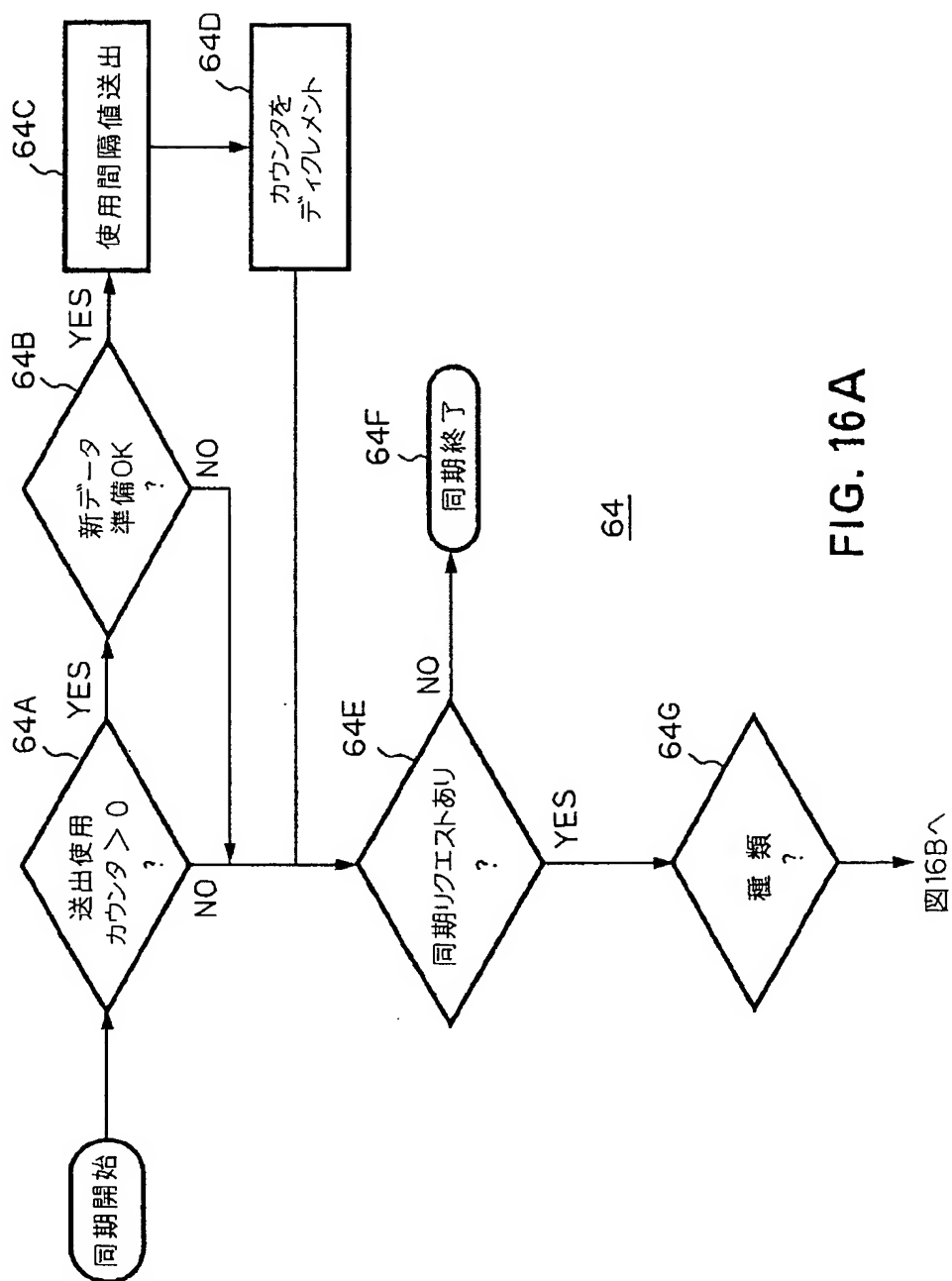


FIG. 16A

【図16】

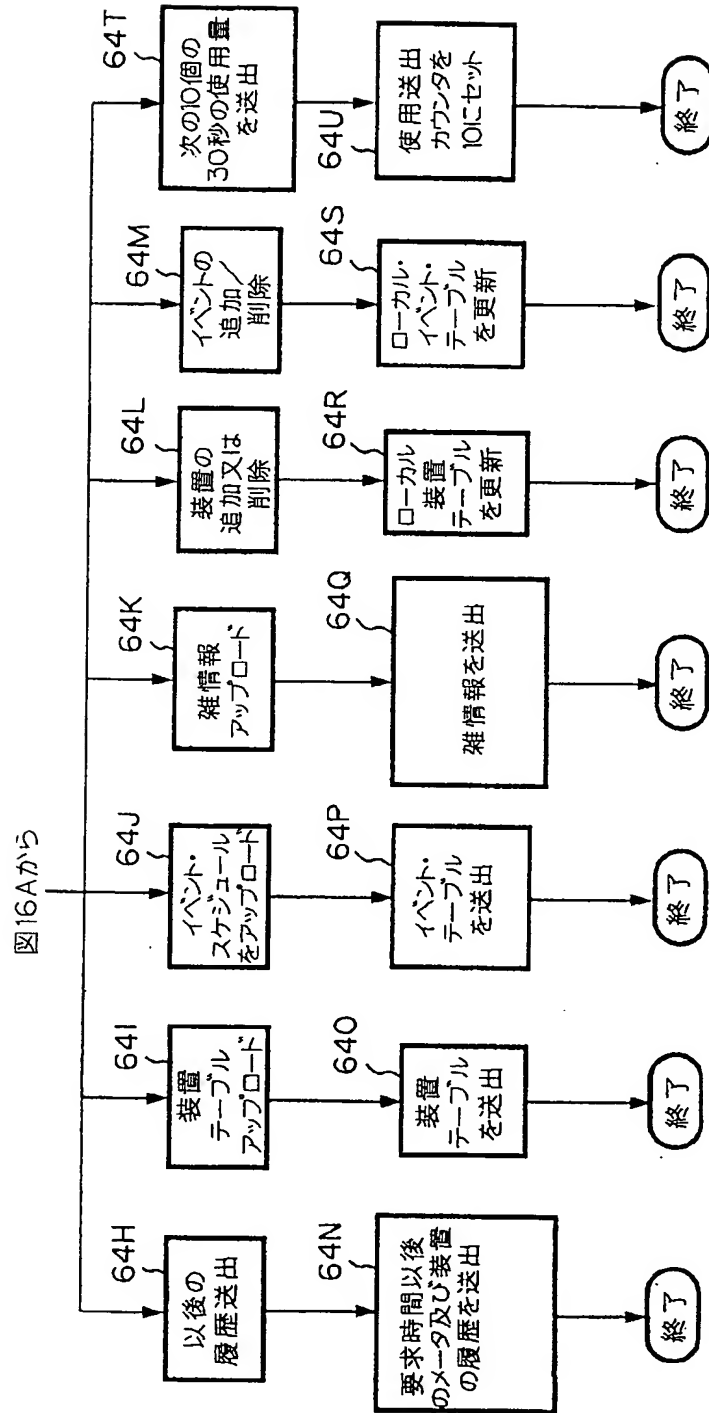


FIG. 16B

【図17】

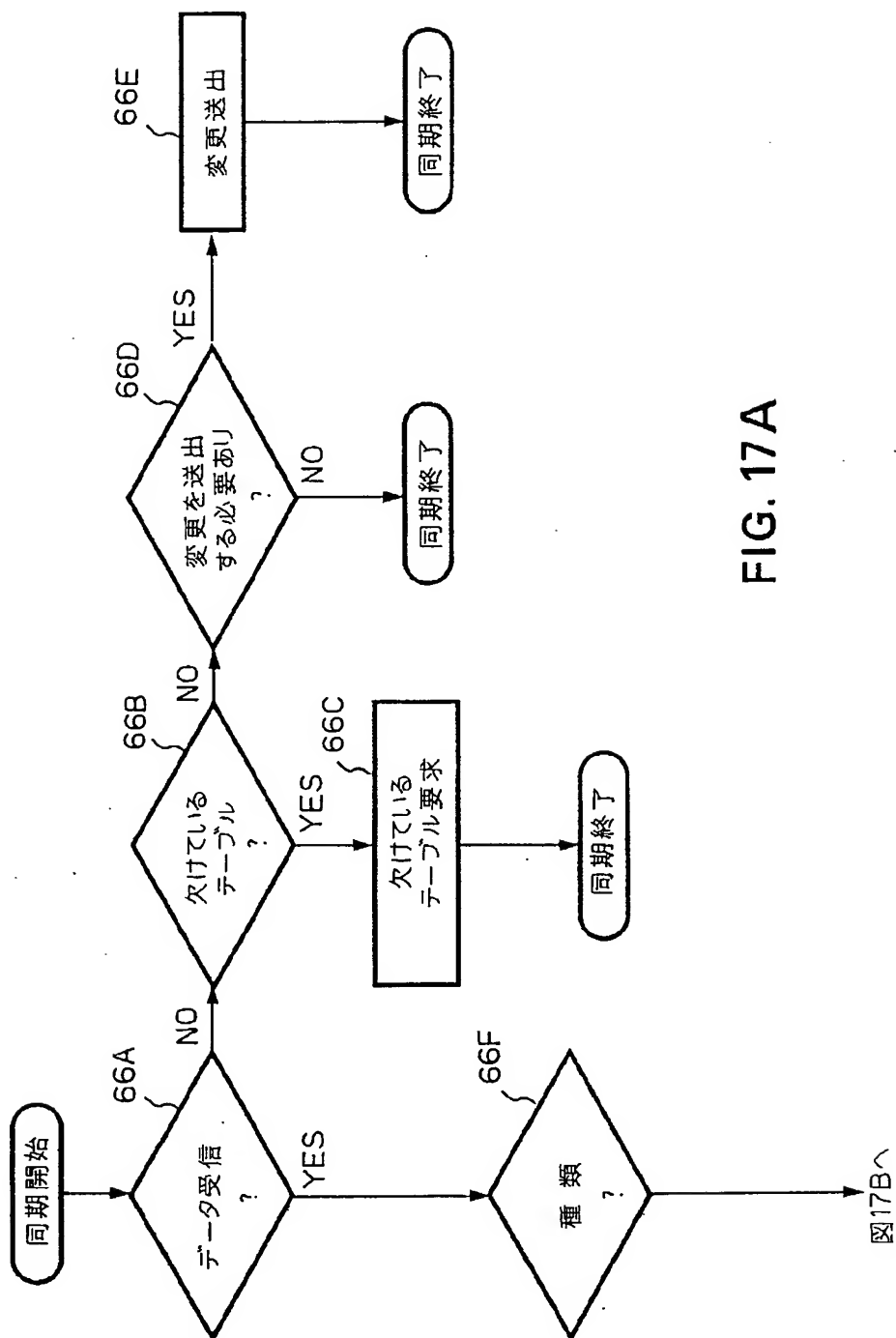


FIG. 17A

【図17】

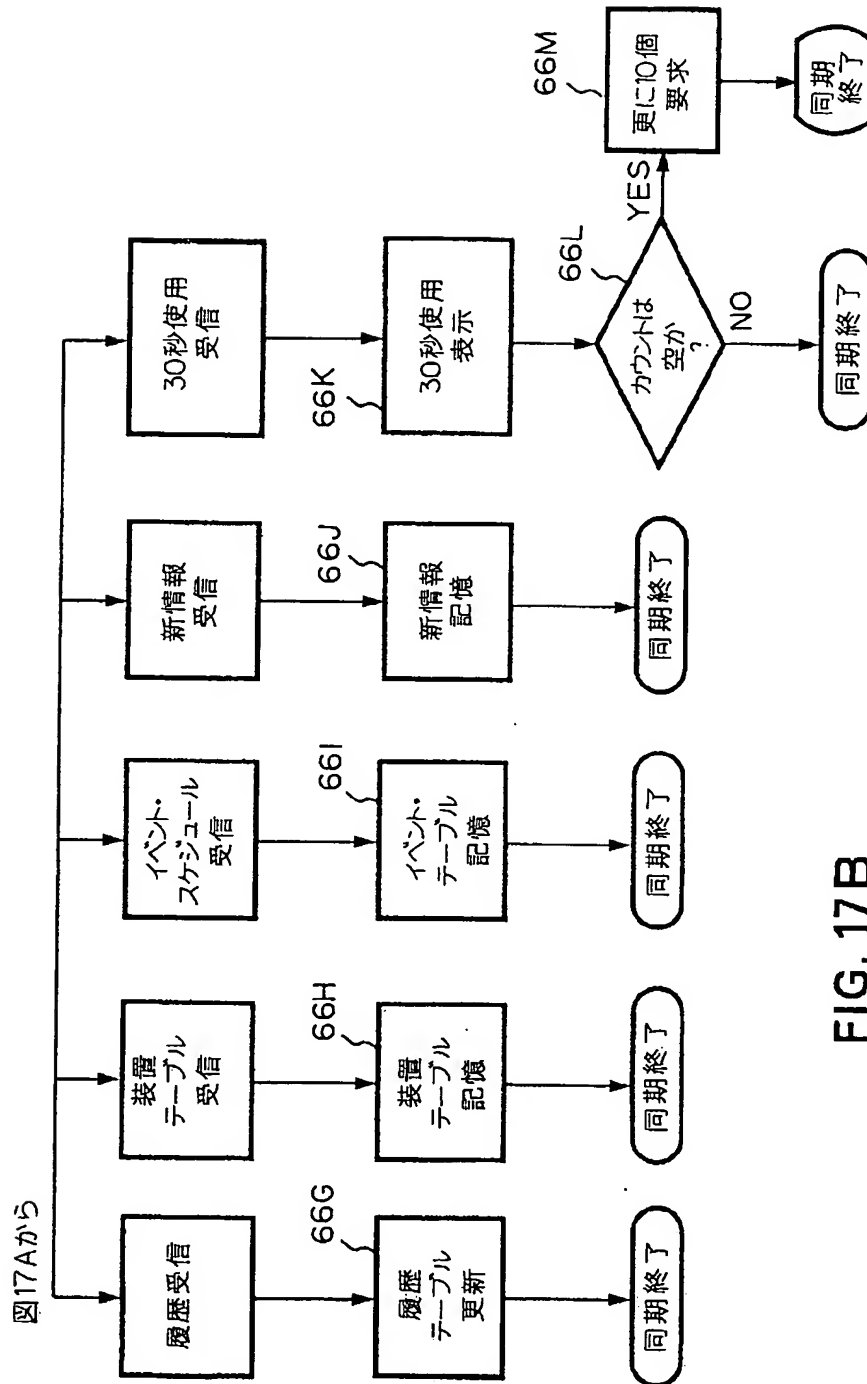


FIG. 17B

【図18】

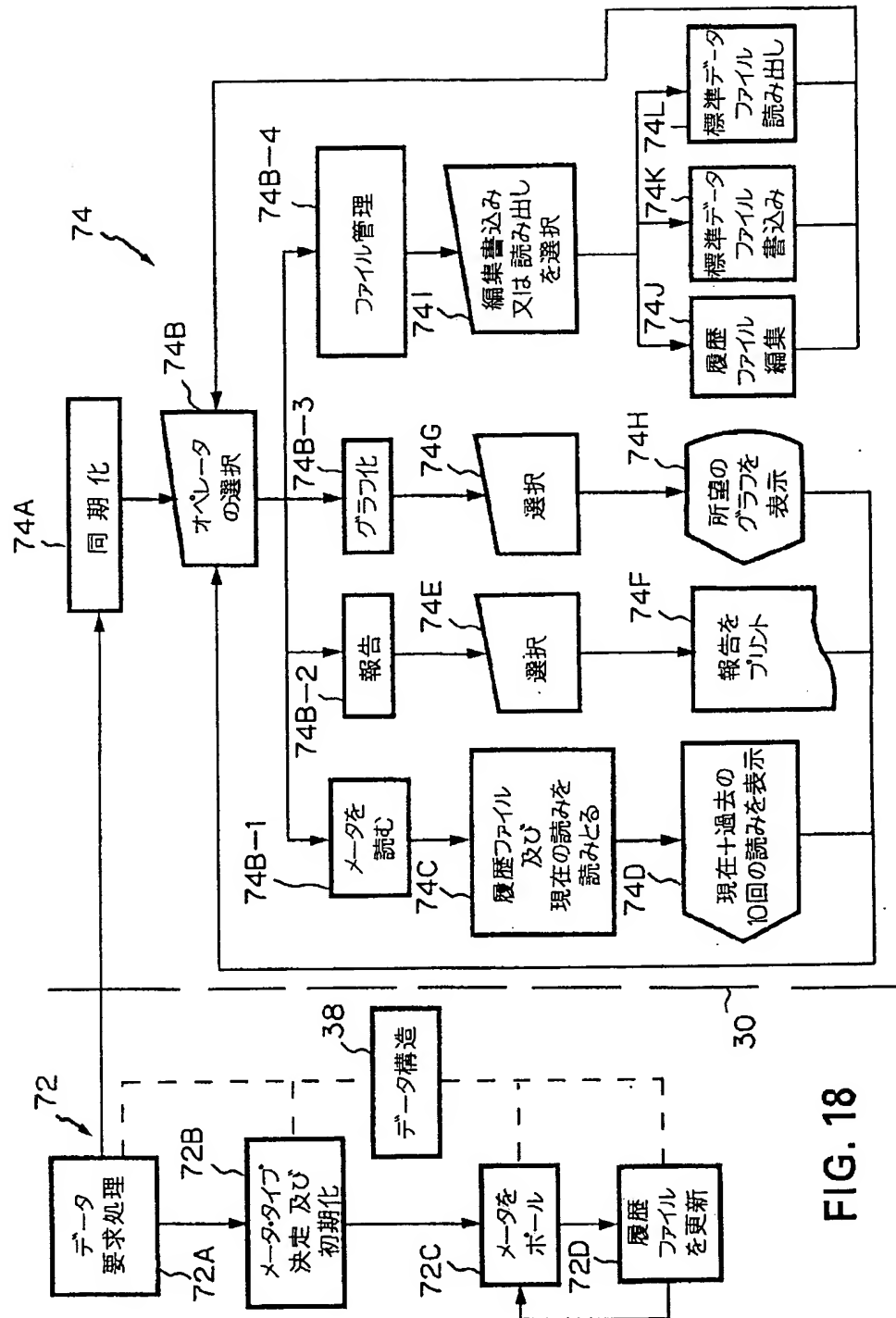


FIG. 18

【図19】

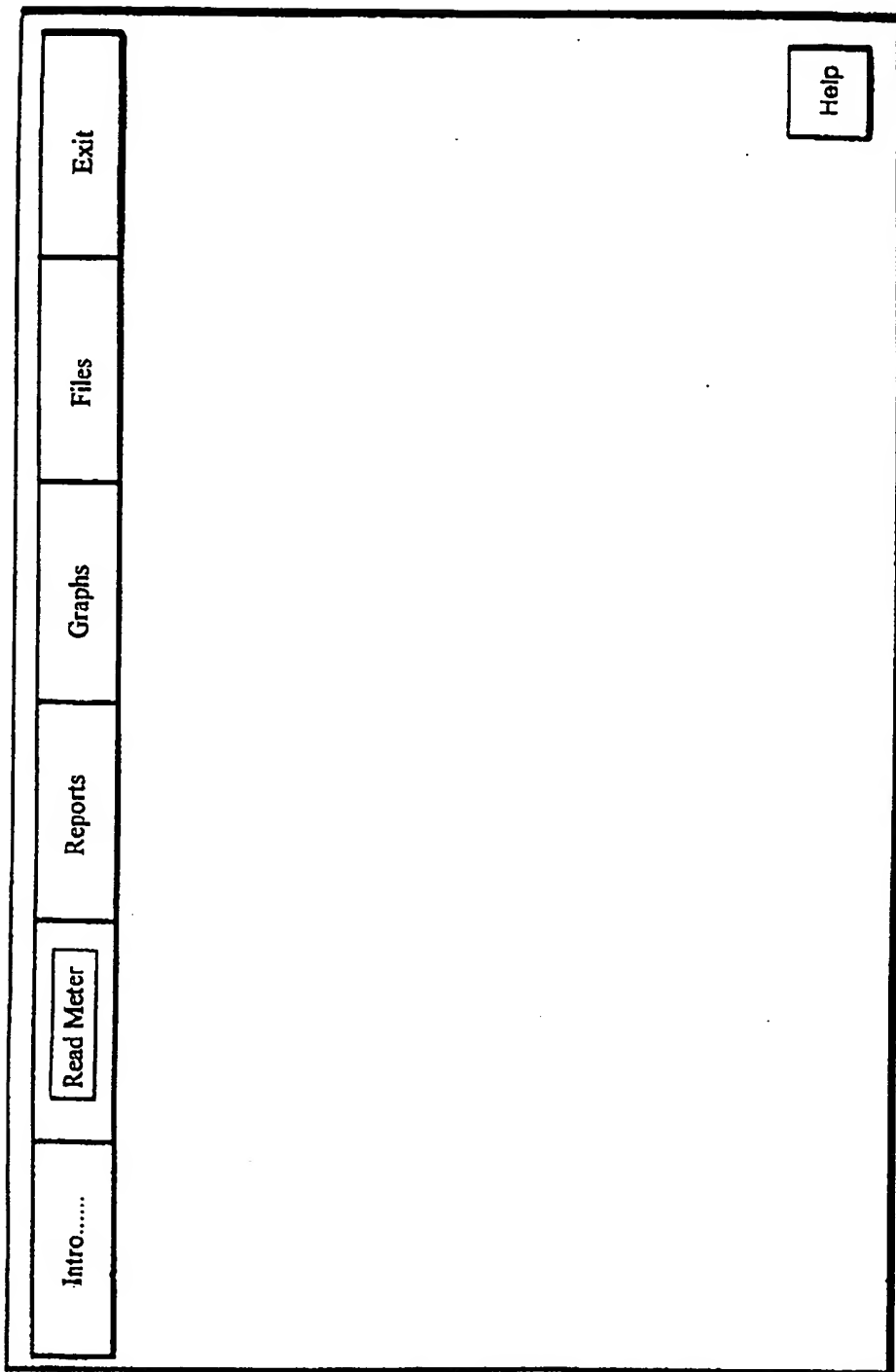


FIG. 19

【图20】

Intro.....	Read Meter	Reports	Graphs	Files	Exit
------------	------------	---------	--------	-------	------

Current Reading: 0.0000

Date	Time	KWH	KVAH	KVARH
11/22/94	16:00-16:14	0.1368	0.1682	0.0978
11/22/94	15:45-15:59	0.1146	0.1373	0.0756
11/22/94	15:30-15:44	0.0624	0.0624	0.0000
11/22/94	15:15-15:29	0.0984	0.1044	0.0438
11/22/94	15:00-15:14	0.1410	0.1791	0.1104
11/22/94	14:45-14:59	0.0792	0.0823	0.0222
11/22/94	14:30-14:44	0.0624	0.0624	0.0000
11/22/94	14:15-14:29	0.1386	0.1714	0.1008
11/22/94	14:00-14:14	0.1092	0.1276	0.0660
11/22/94	13:45-13:59	0.0624	0.0624	0.0000

Help

FIG. 20



【図 21】

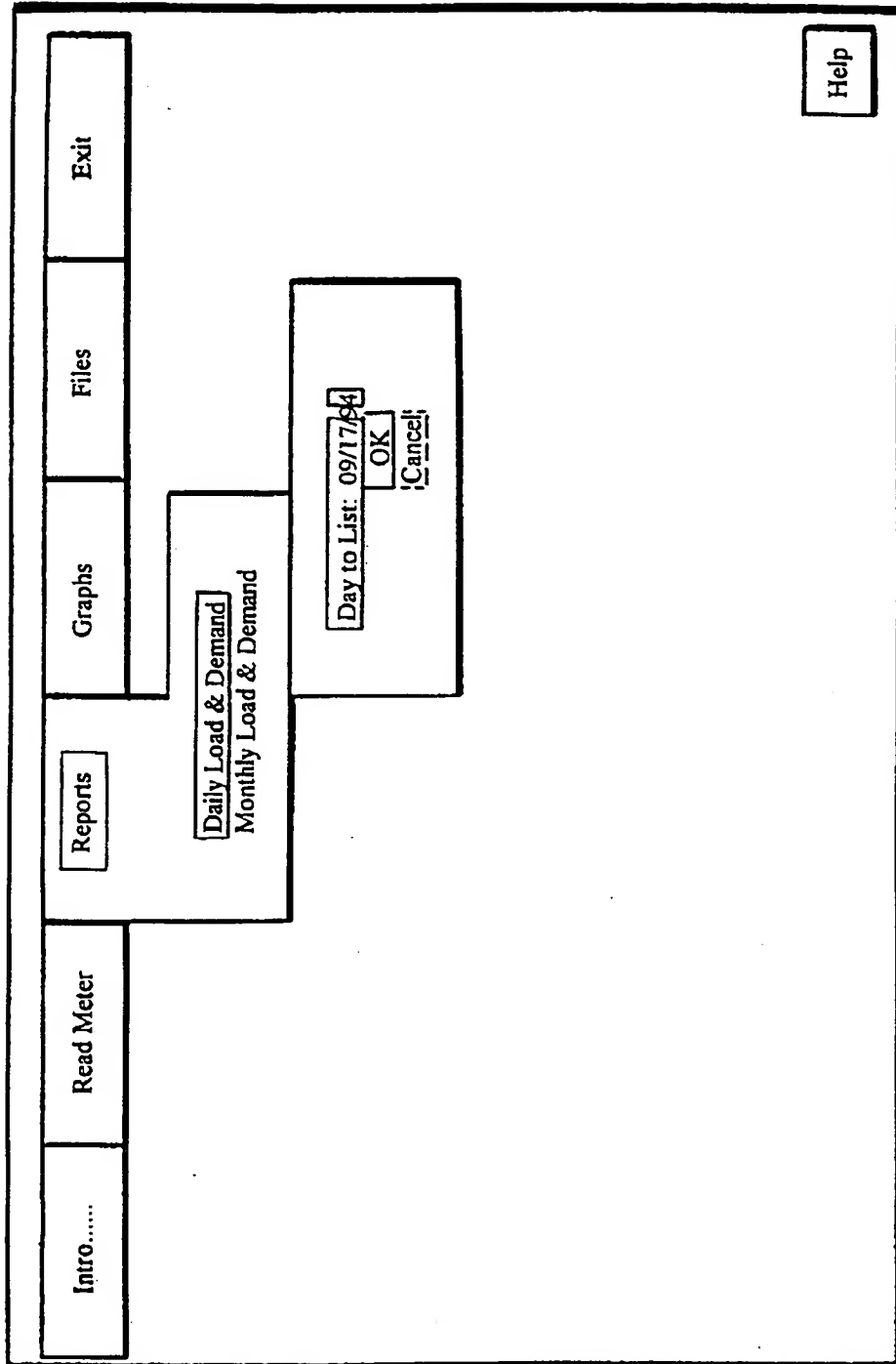


FIG. 21

【图 2 2】

Daily Load & Demand for Saturday 9/17/94									
Hour	KWH	KVAH	Hour	KWH	KVAH	Power Factor	Load Factor	Print	Quit
0:	0.6582	0.7658	12:	2.0856	2.5157	0.82	0.43		
1:	1.1784	1.2544	13:	1.9824	2.3850				
2:	3.3060	3.8929	14:	2.0088	2.4698				
3:	1.8120	1.9883	15:	0.5634	0.6614				
4:	1.5006	1.5996	16:	0.5675	0.6632				
5:	2.1444	2.3896	17:	0.5148	0.5838				
6:	1.7826	1.9870	18:	1.1142	1.3483				
7:	1.6188	1.7550	19:	3.1008	3.8782				
8:	1.3158	1.3878	20:	2.1024	2.5746				
9:	0.9606	1.0197	21:	1.6626	1.9698				
10:	2.1402	2.3621	22:	1.2474	1.5355				
11:	1.7868	1.9929	23:	2.5554	3.2072				
Totals:			39.7098		46.1856				
Peak Time	KW	KVA	KVAR	Power Factor	Load Factor				
2:30-2:44	3.8568	4.6765	2.6448	0.82	0.43				
			+ Day		- Day				

FIG. 22

【図23】

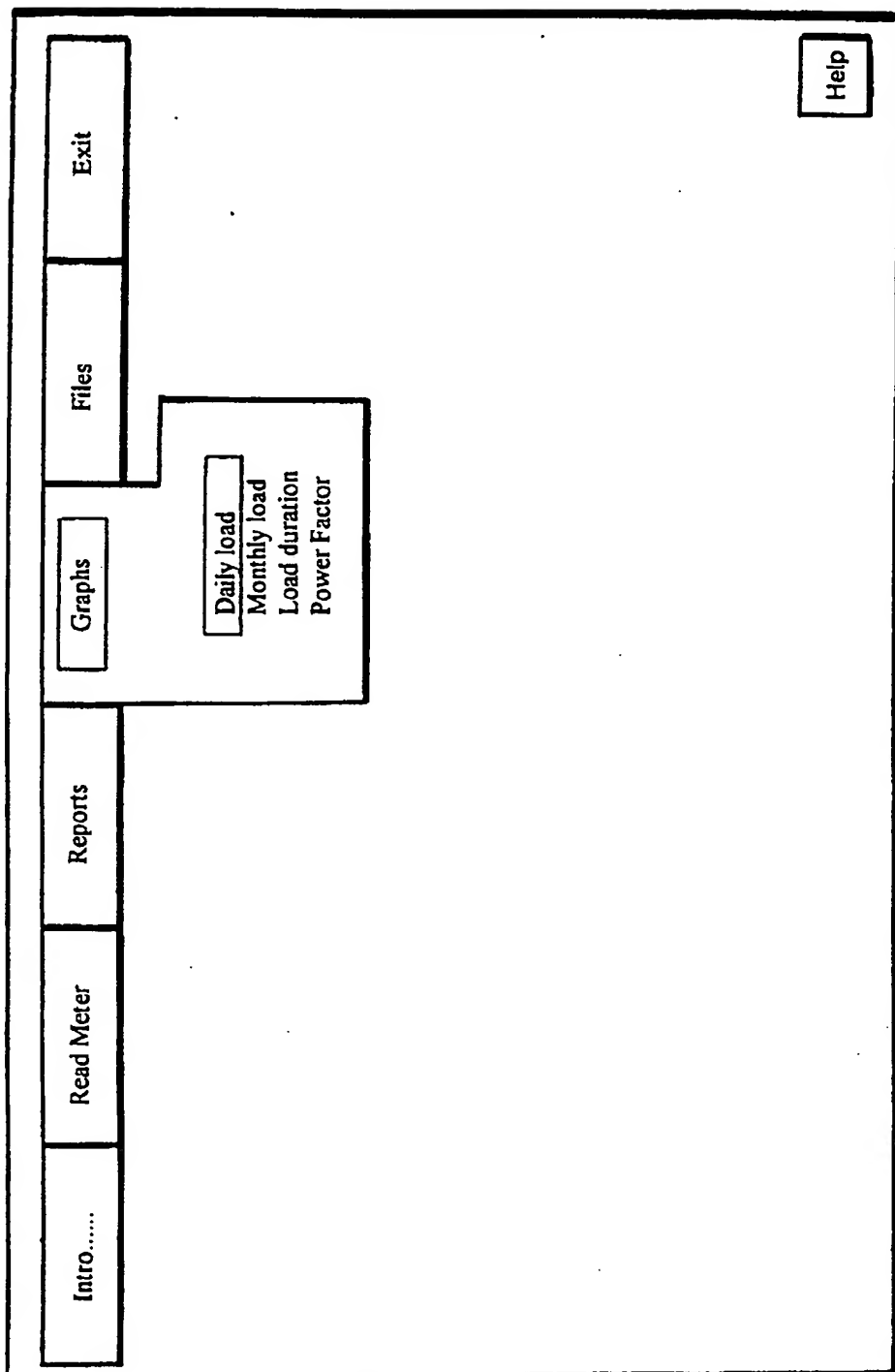
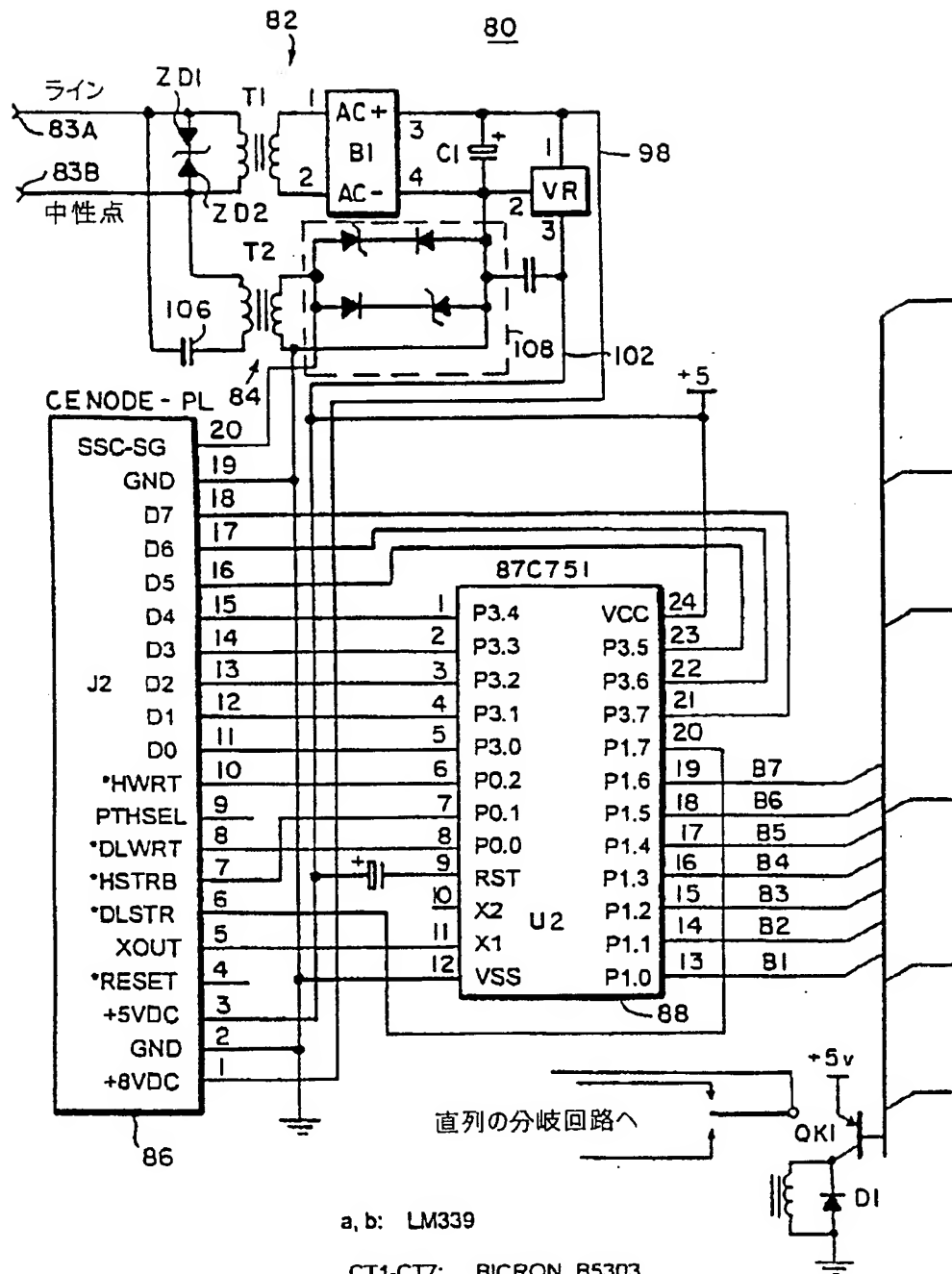


FIG. 23

【図24】



a, b: LM339

CT1-CT7: BICRON B5303

T1: 10 VAC, 800 ma.

T2: フェライト RF トランス

FIG. 24A

【図24】

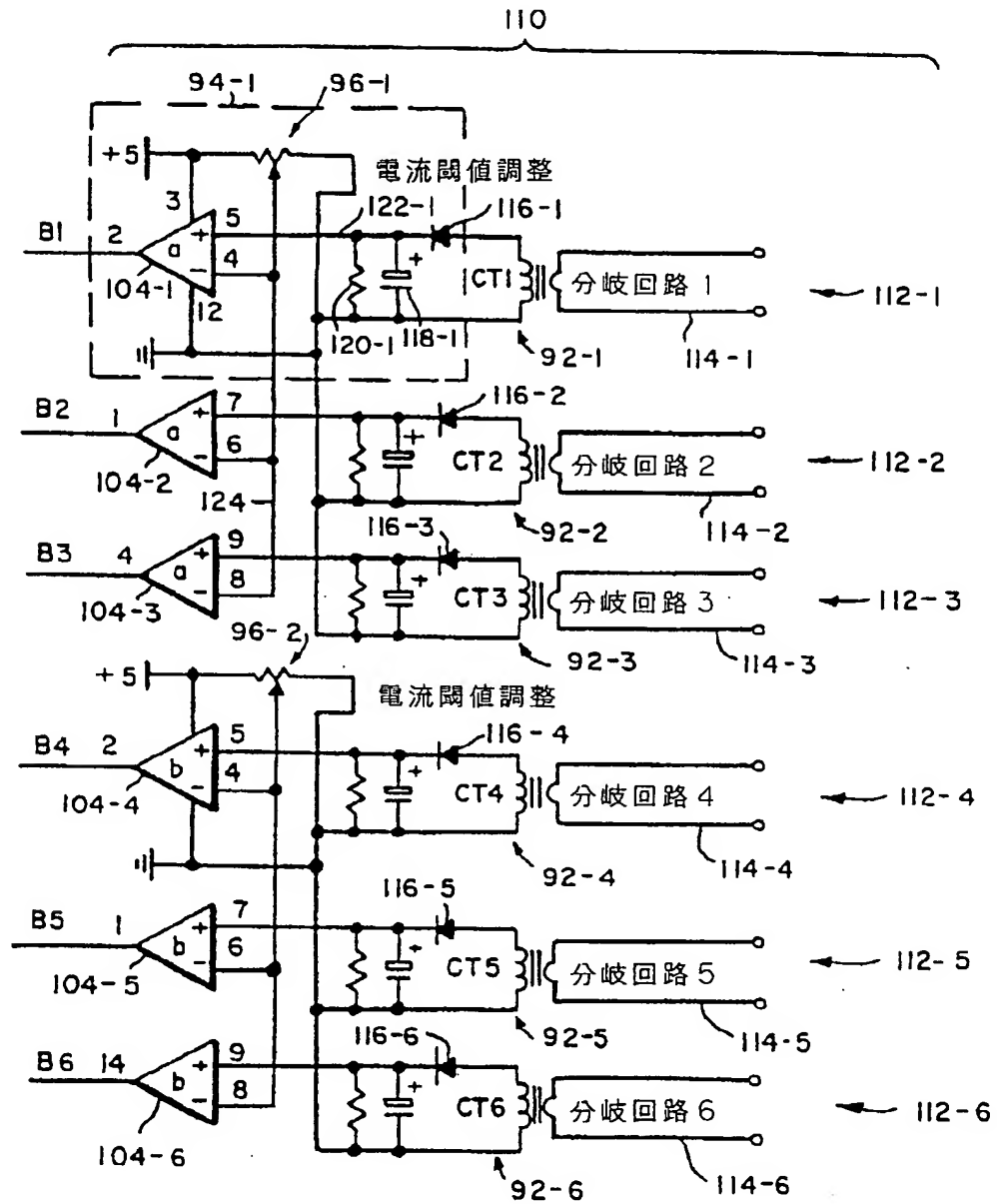


FIG. 24B

【図25】

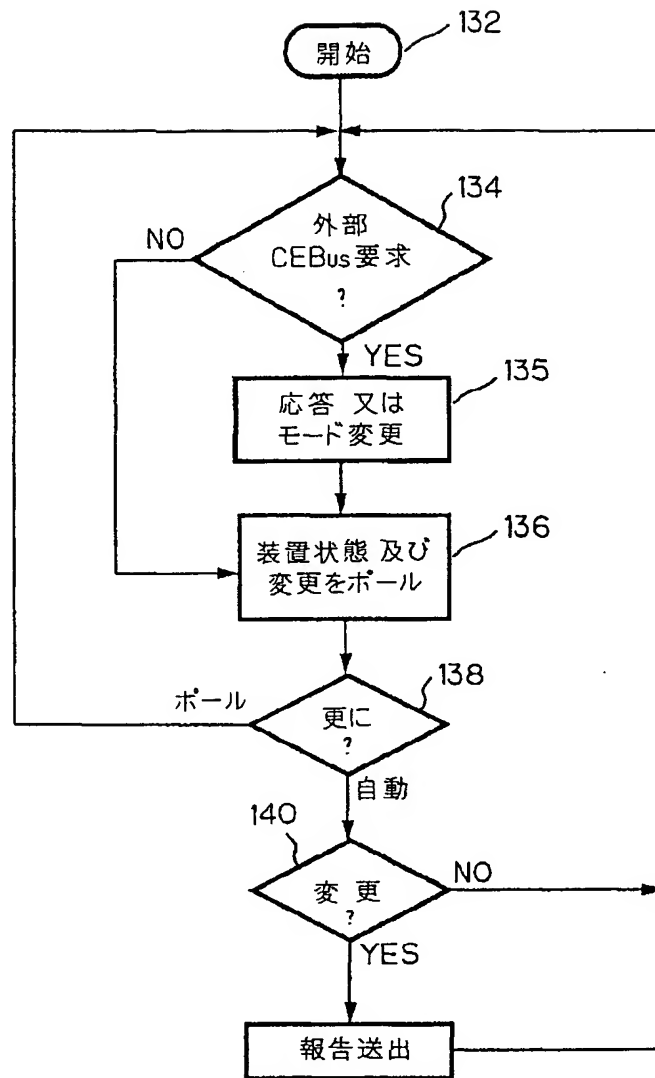


FIG. 25

T2: フェライト RF トランス

FIG. 26A

【图26】

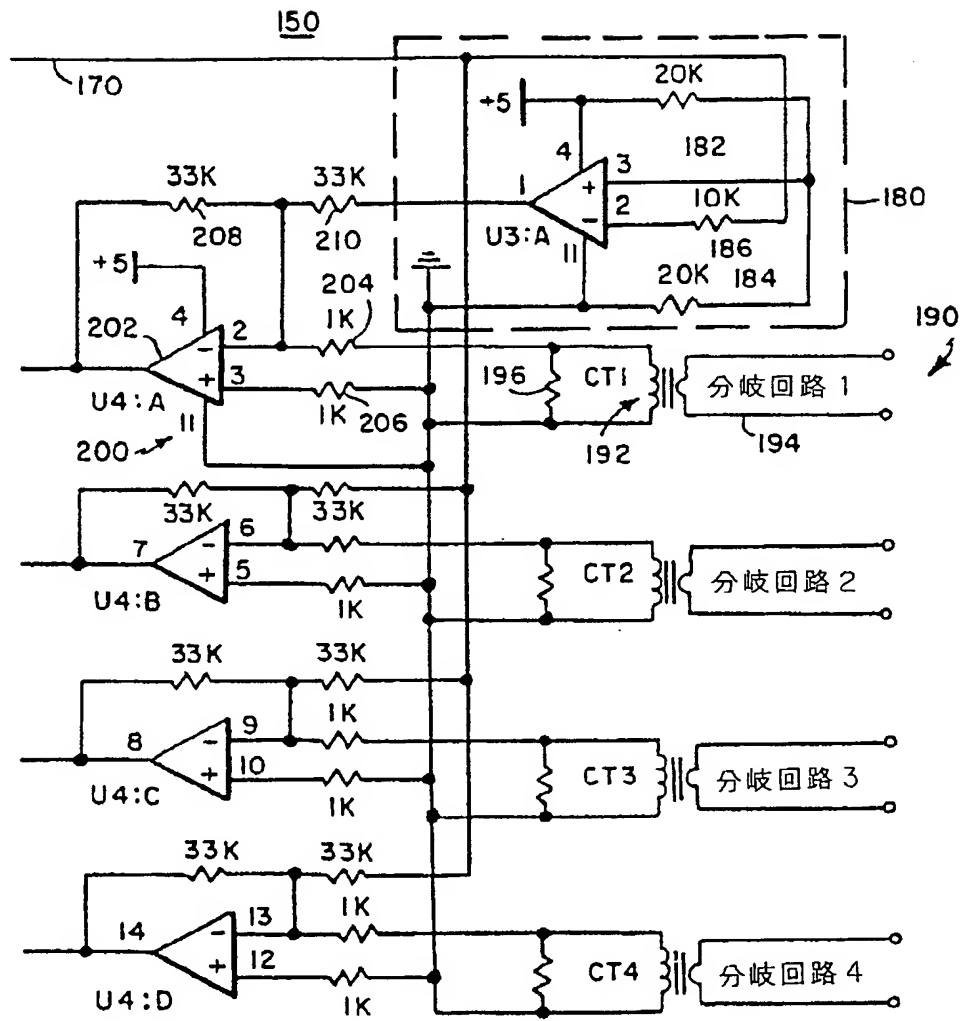


FIG. 26B



【図27】

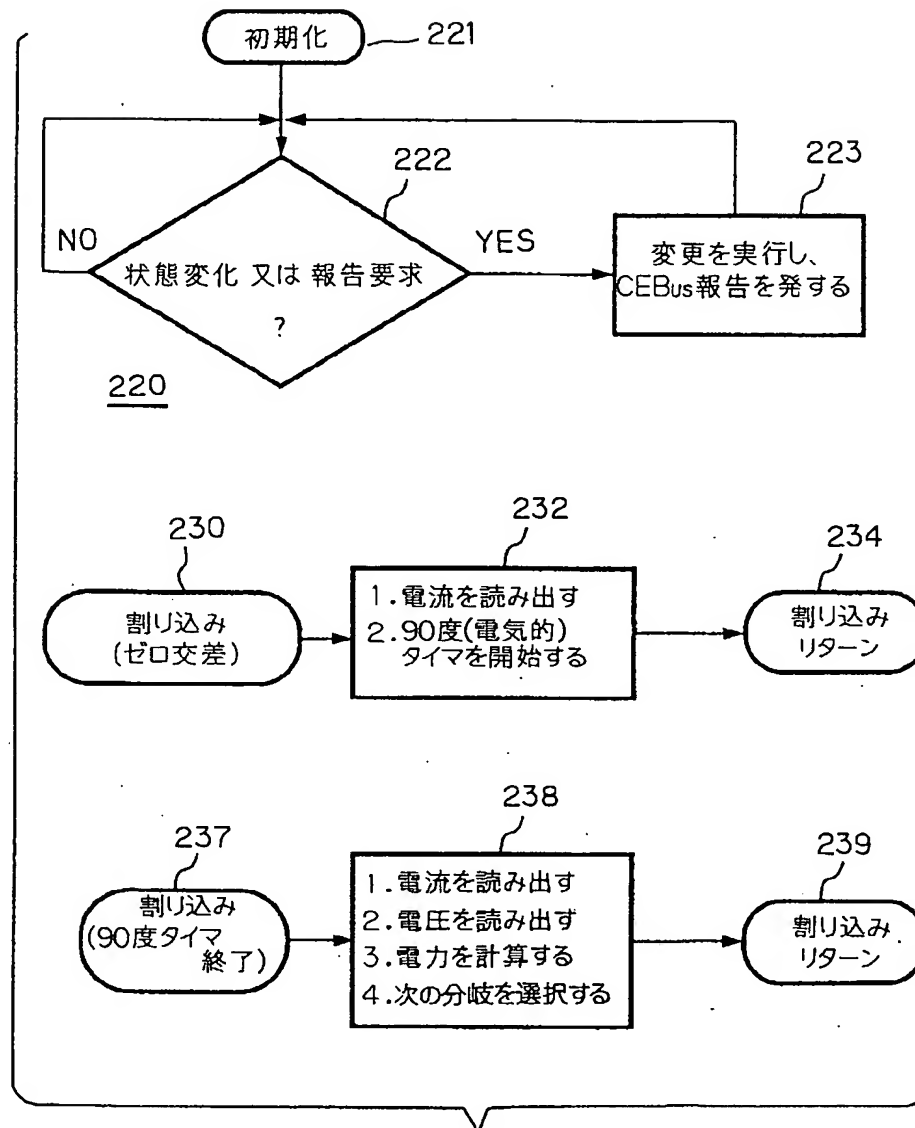
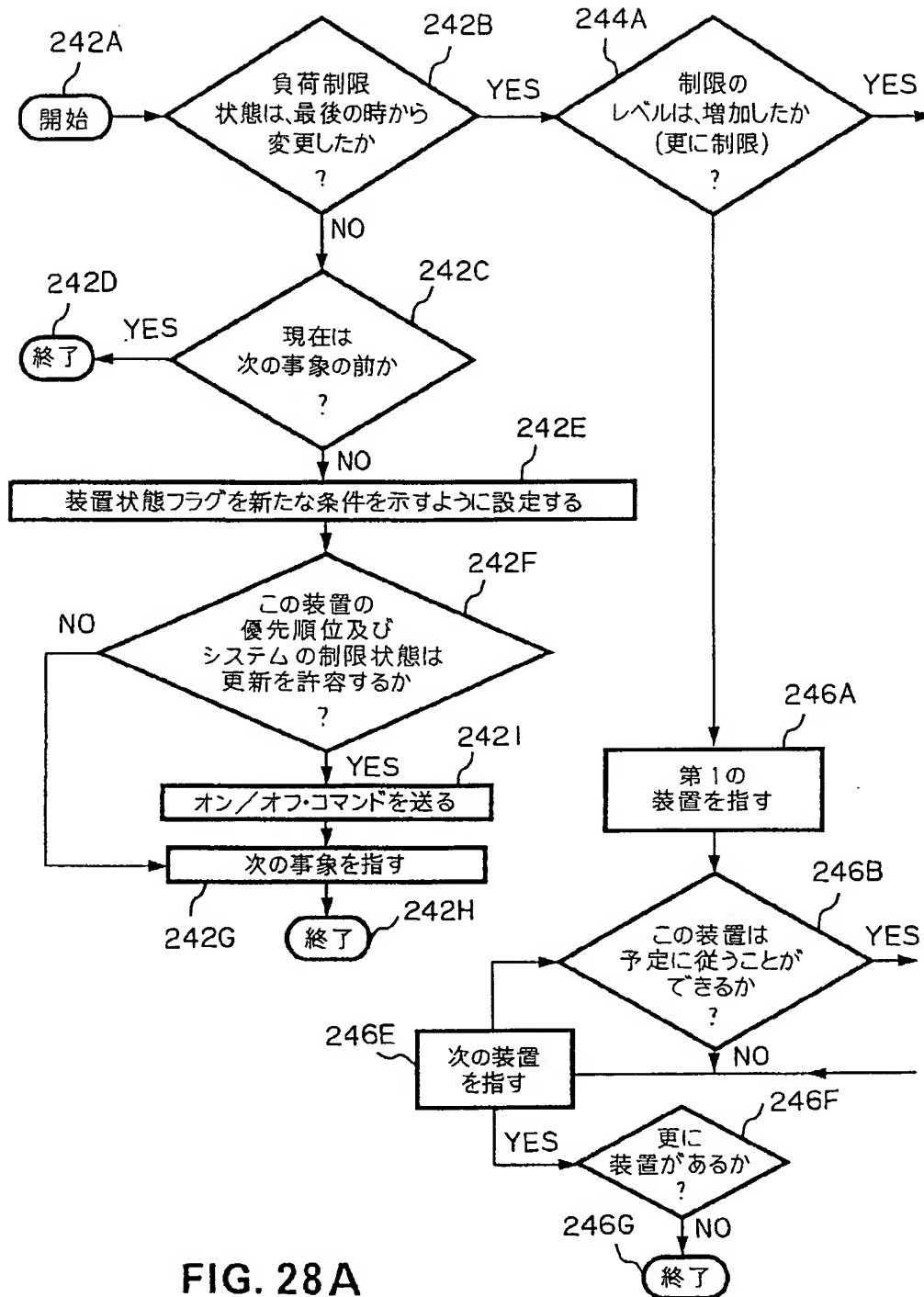


FIG. 27

【図28】



【図28】

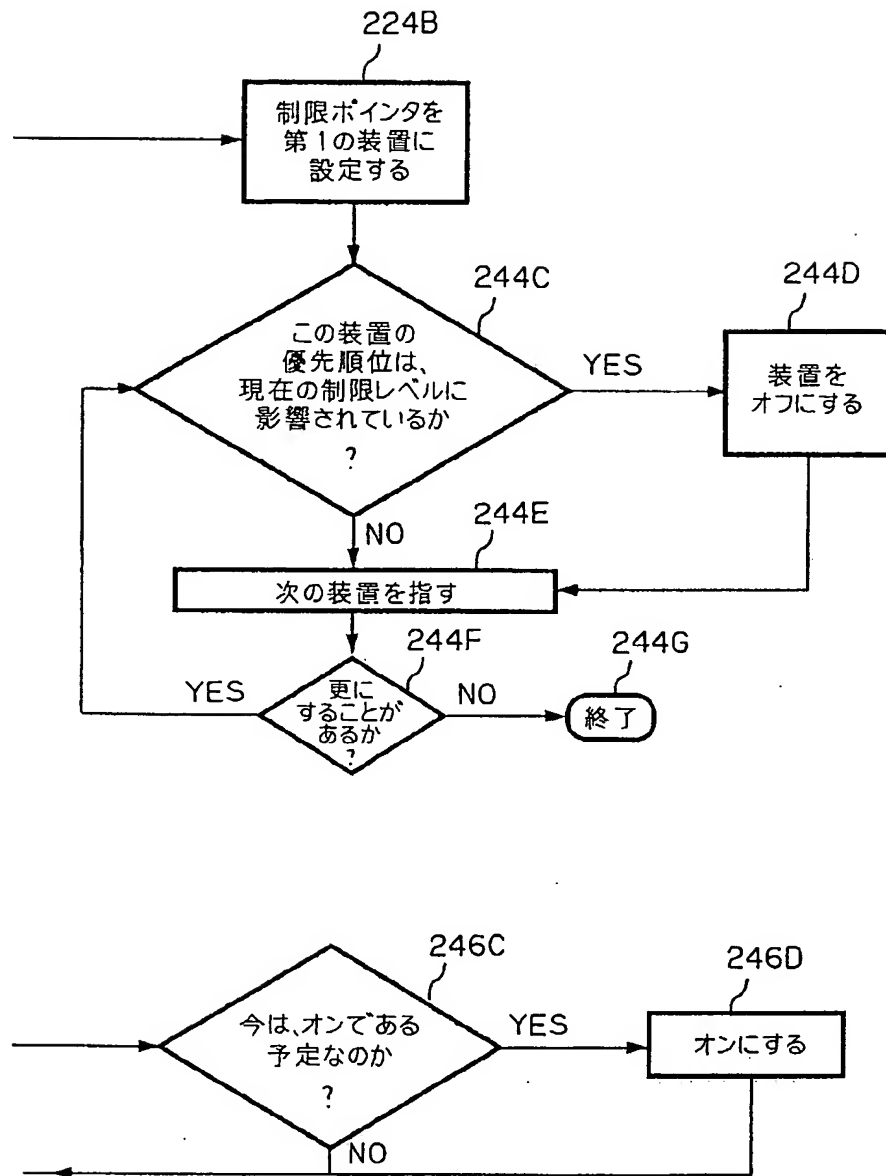


FIG. 28B

【图29】

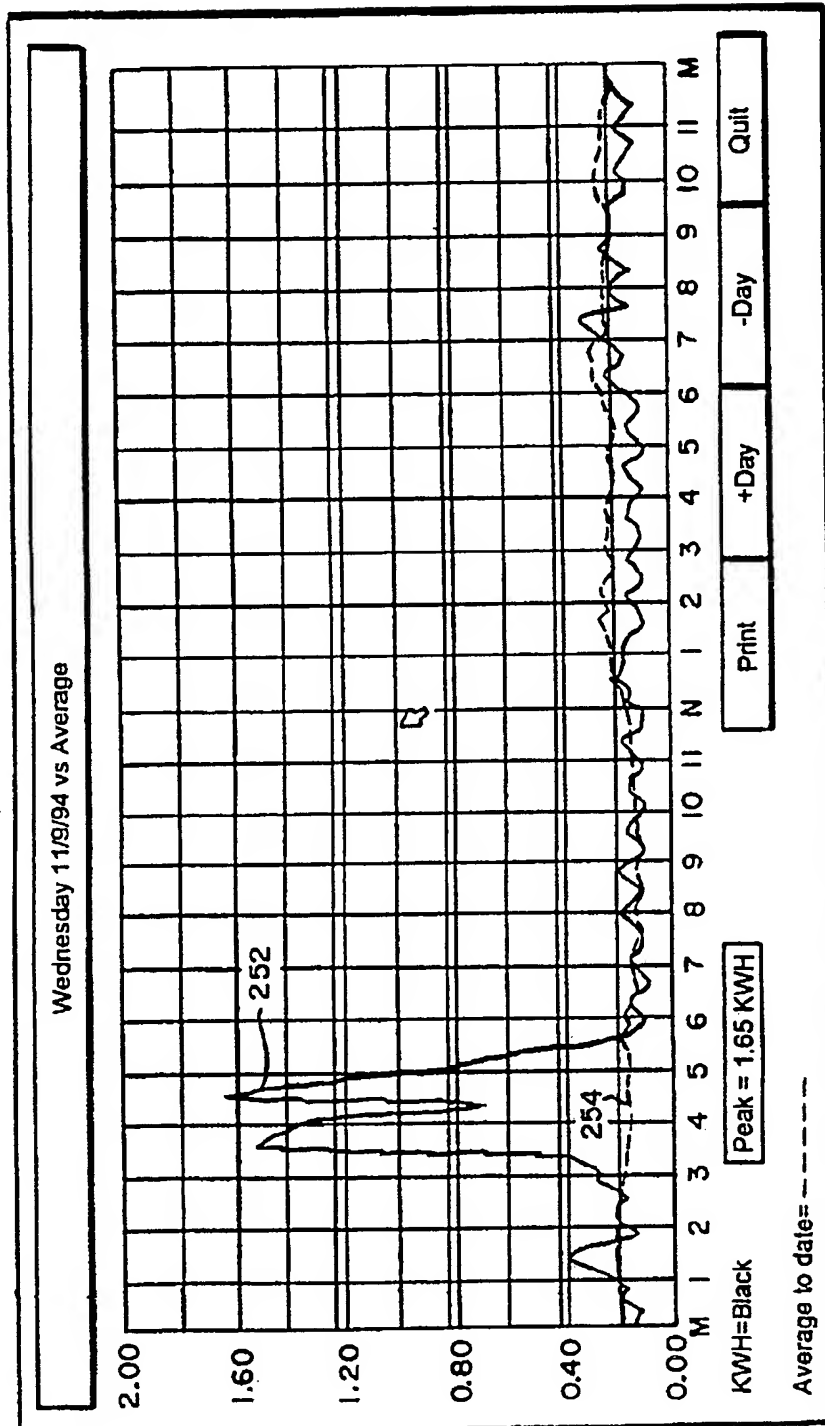
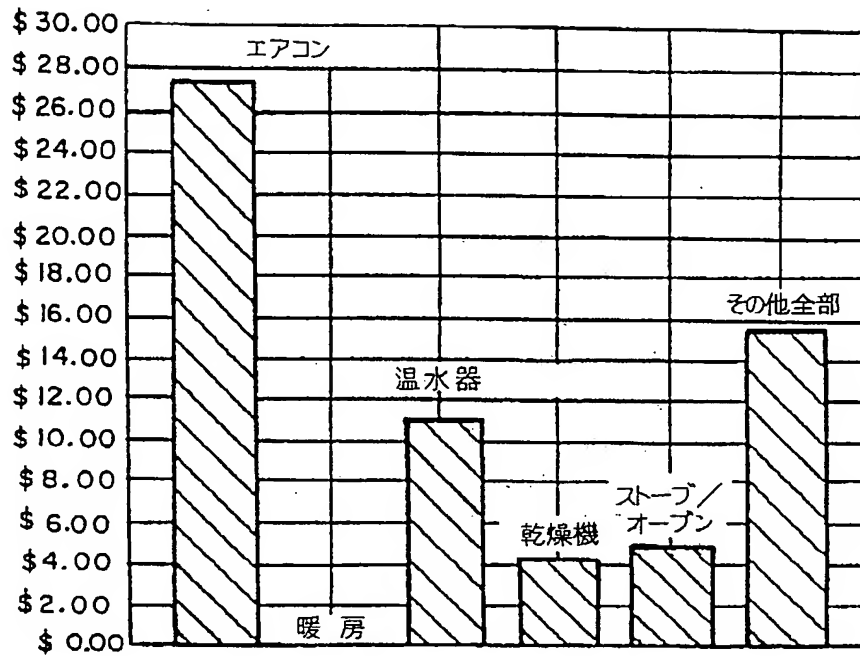


FIG. 29

【図30】

## 家全体での消費の分析

負荷中央によるコスト



1994年9月2日で終わる週

FIG. 30

【図31】

## 住宅用の消費

主な機器による分析

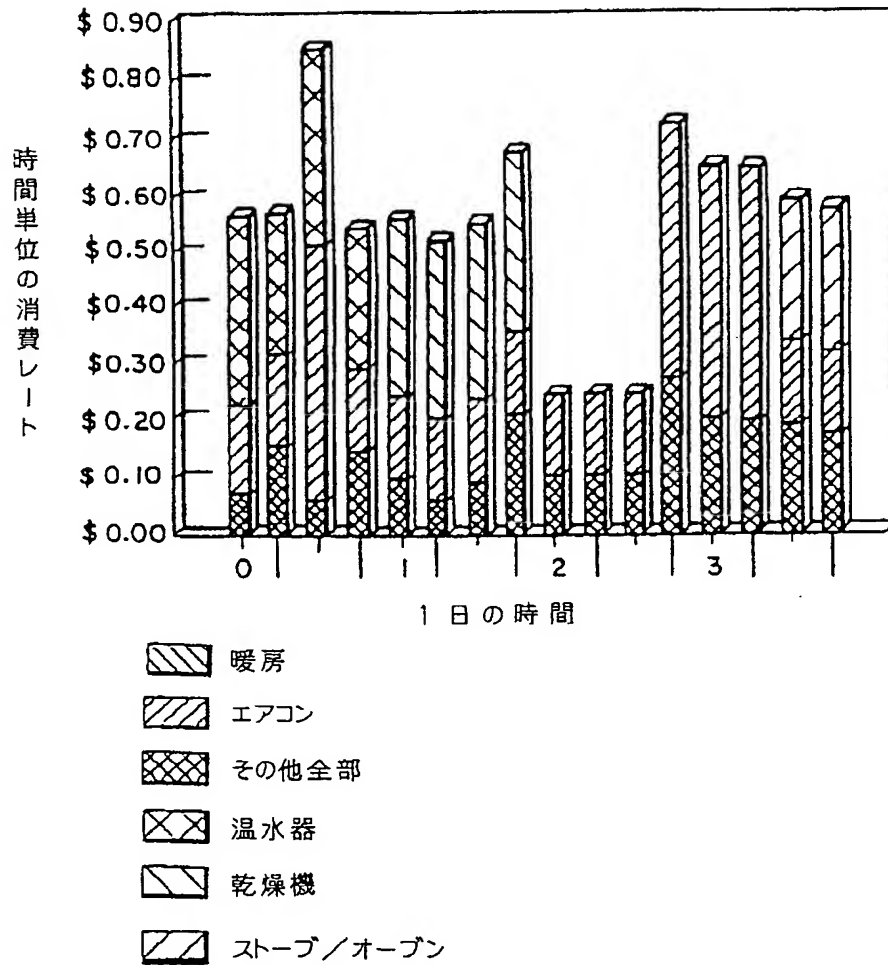


FIG. 31

【図32】

## 家全体の消費分析

負荷中央による1日の平均コスト

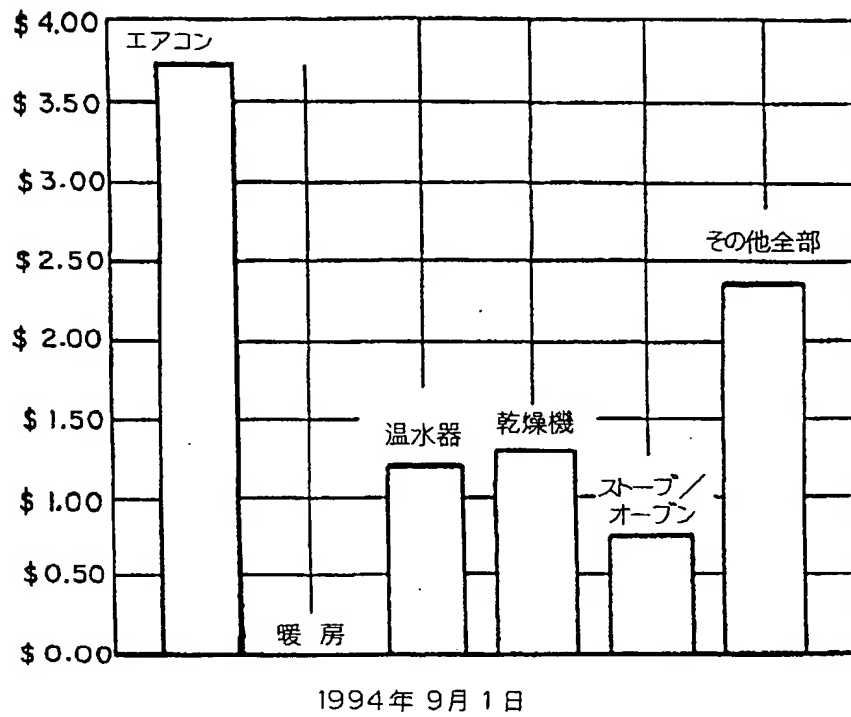


FIG. 32

【図33】

## 家全体の消費分析

エアコンのためのコスト

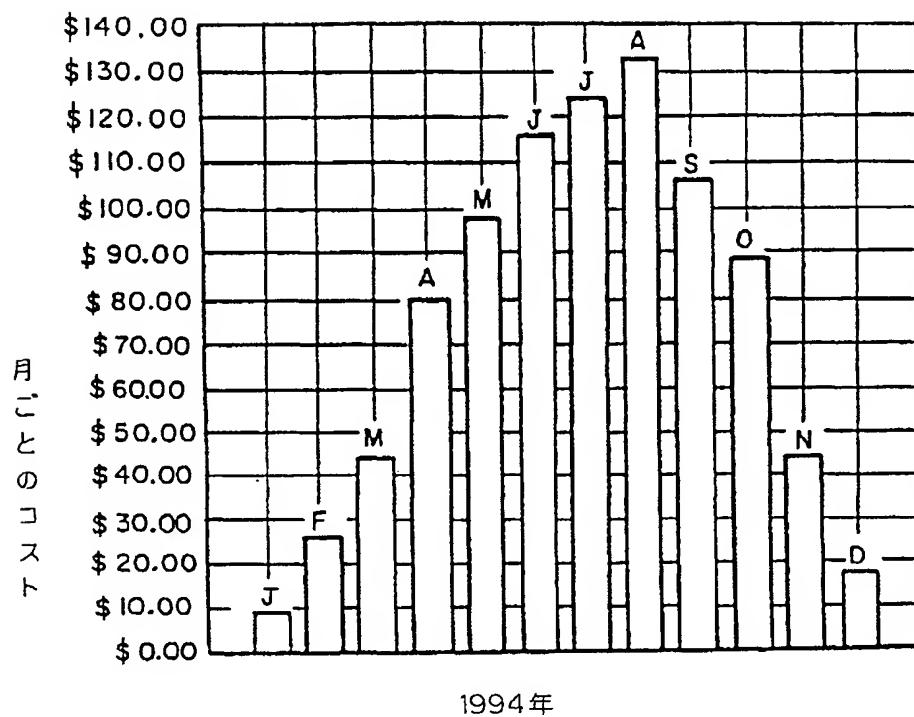


FIG. 33



【図34】

## 家全体の消費分析

負荷中央によるコスト

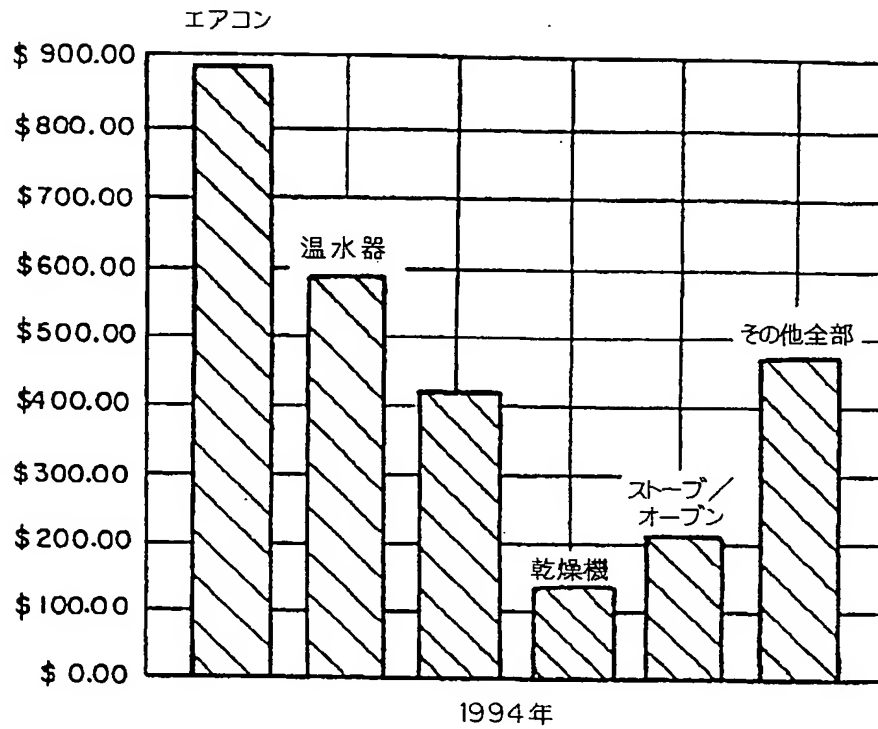


FIG. 34

【图35】

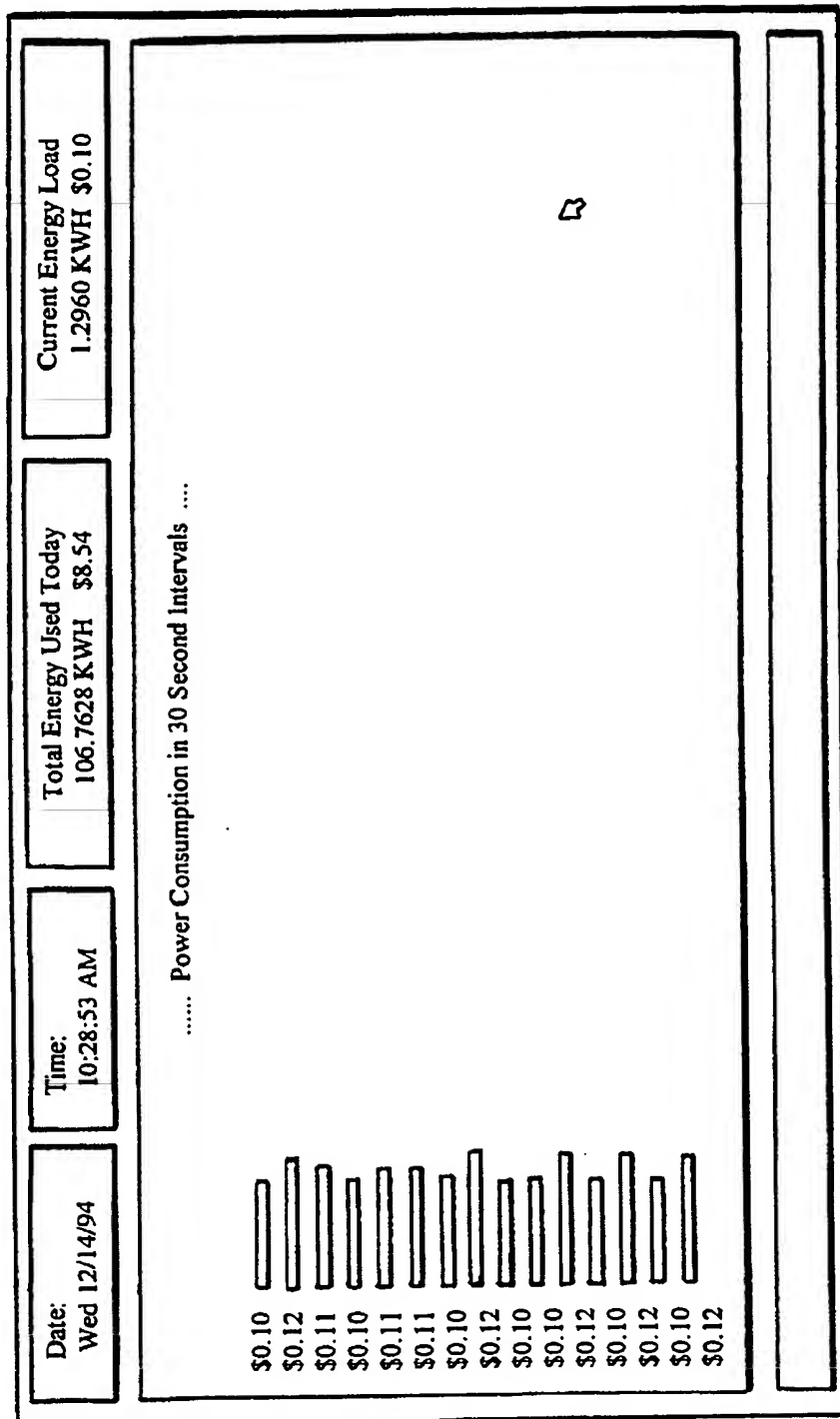


FIG. 35

【图36】

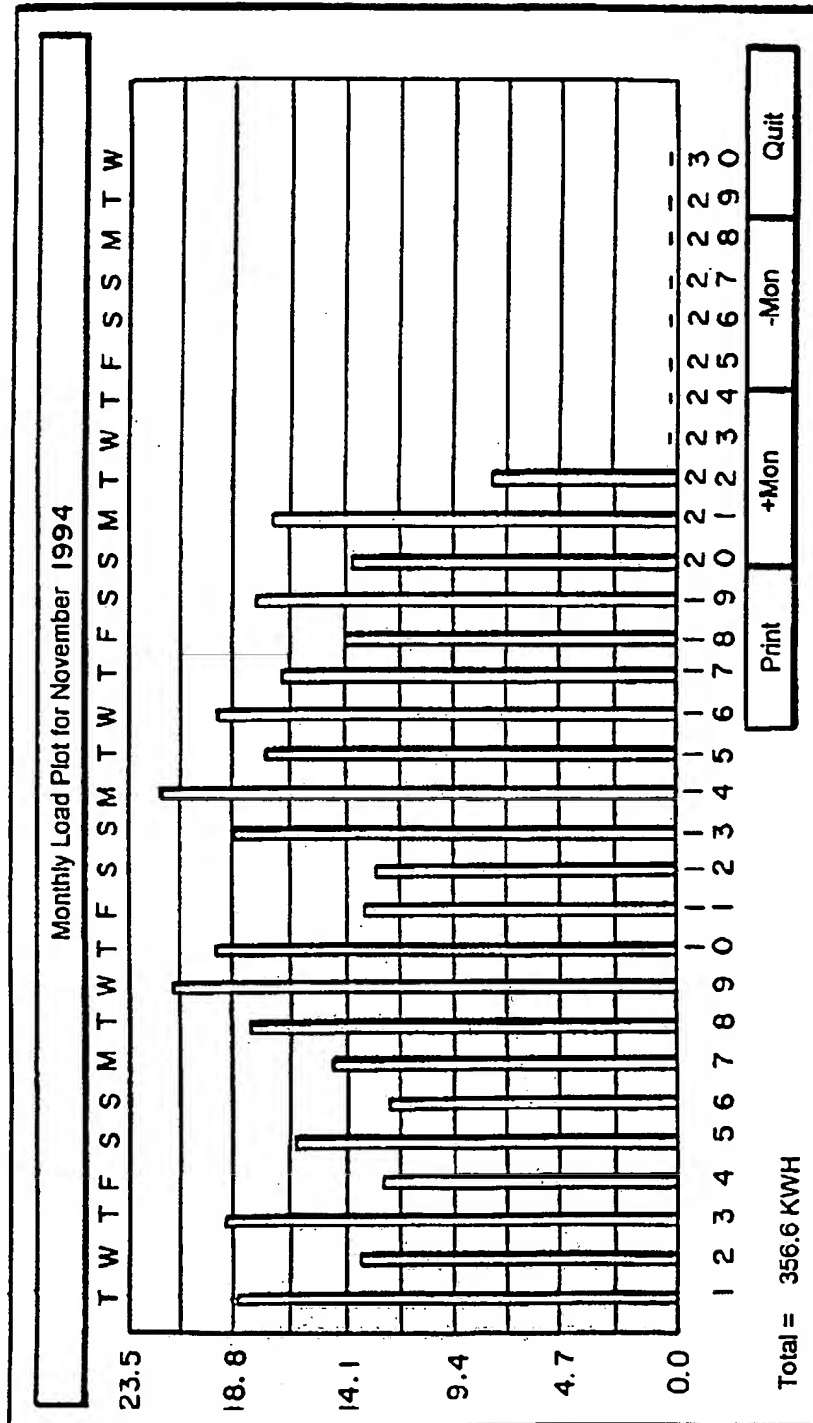


FIG. 36

【图 3 7】

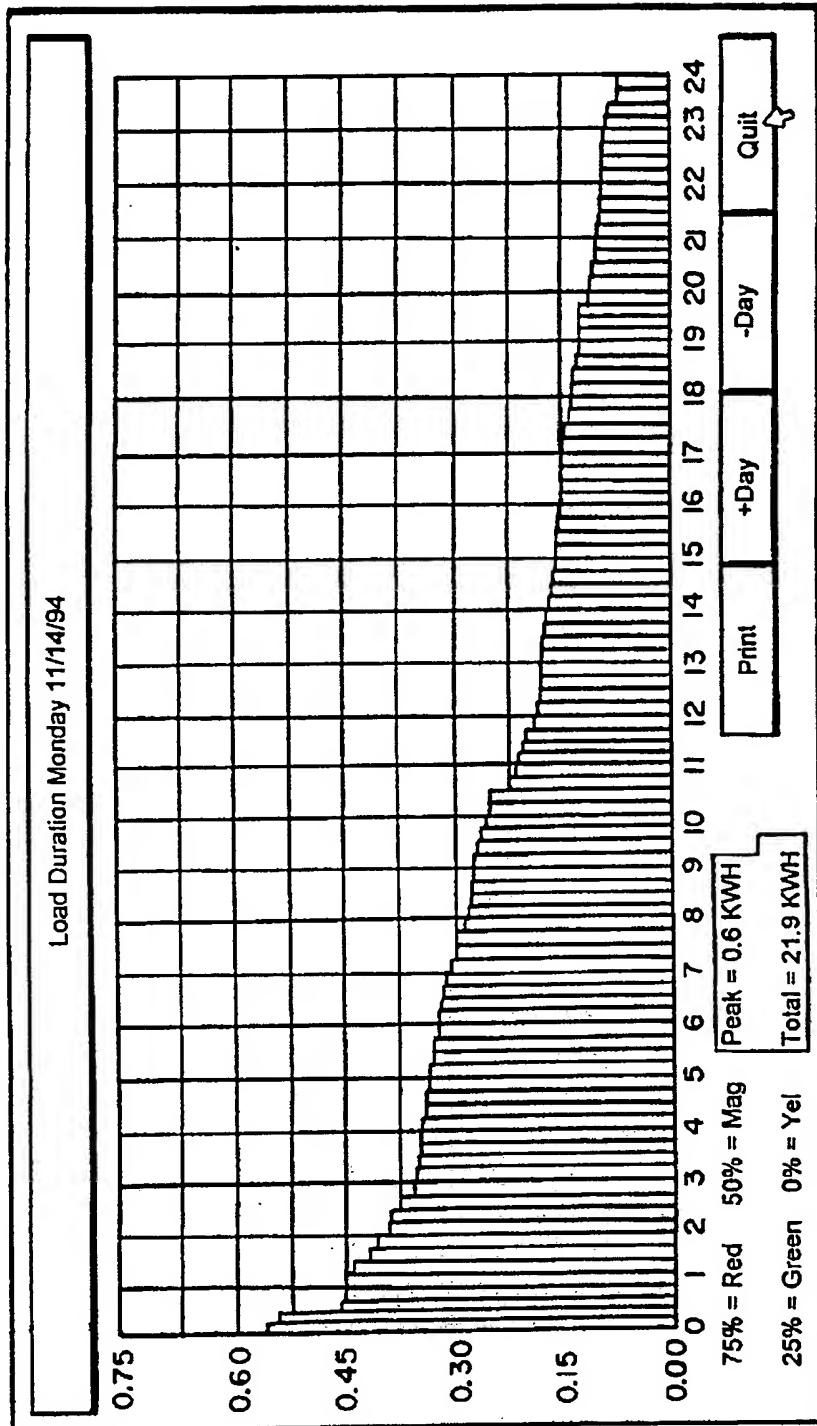


FIG. 37

【図38】

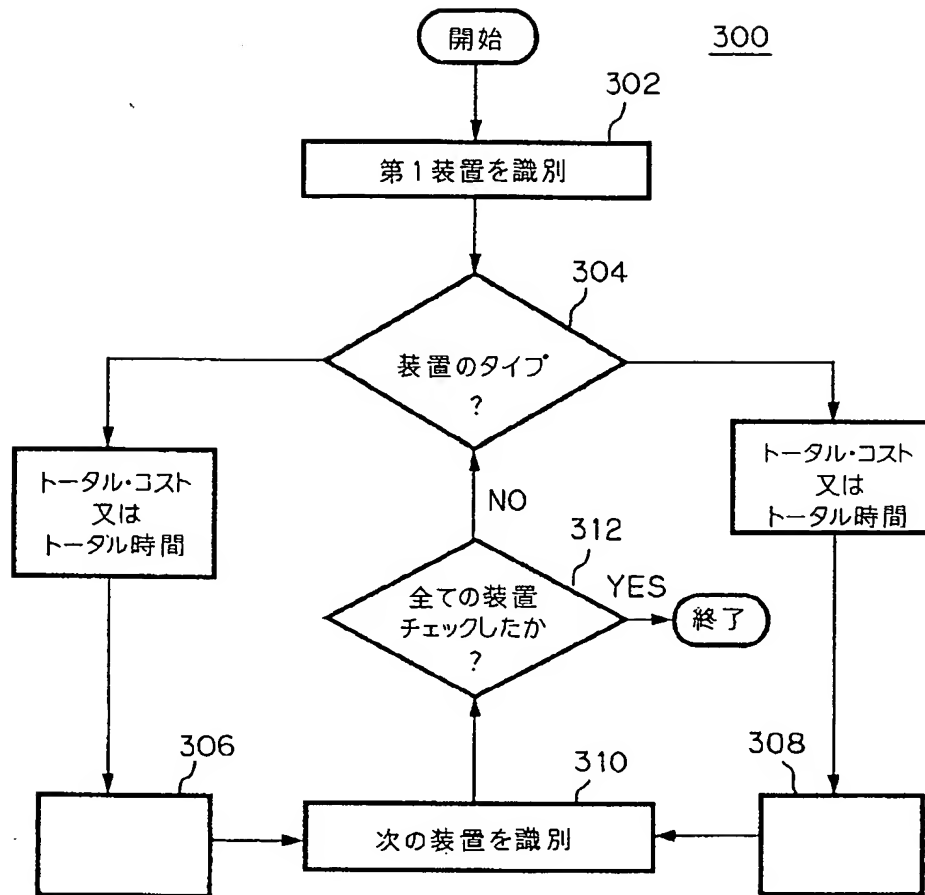


FIG. 38

【図39】

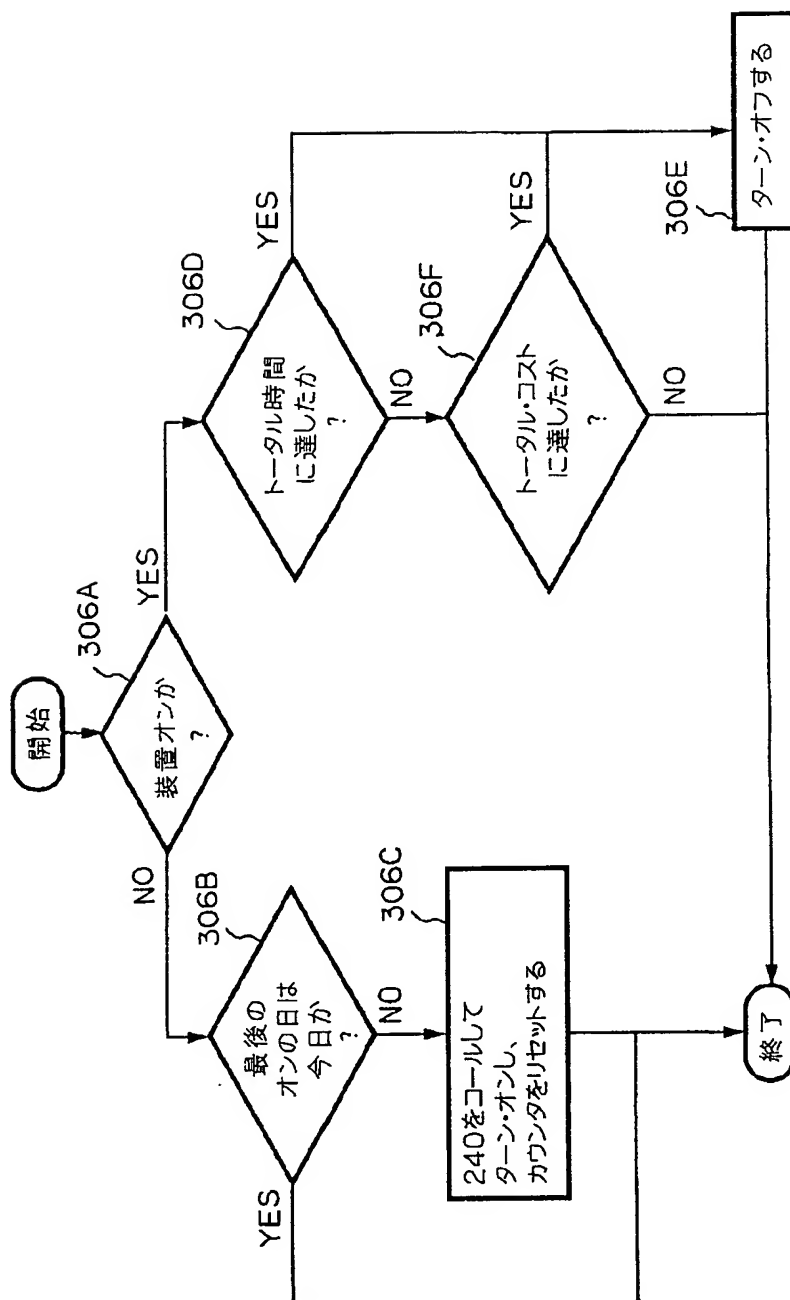


FIG. 39

【図40】

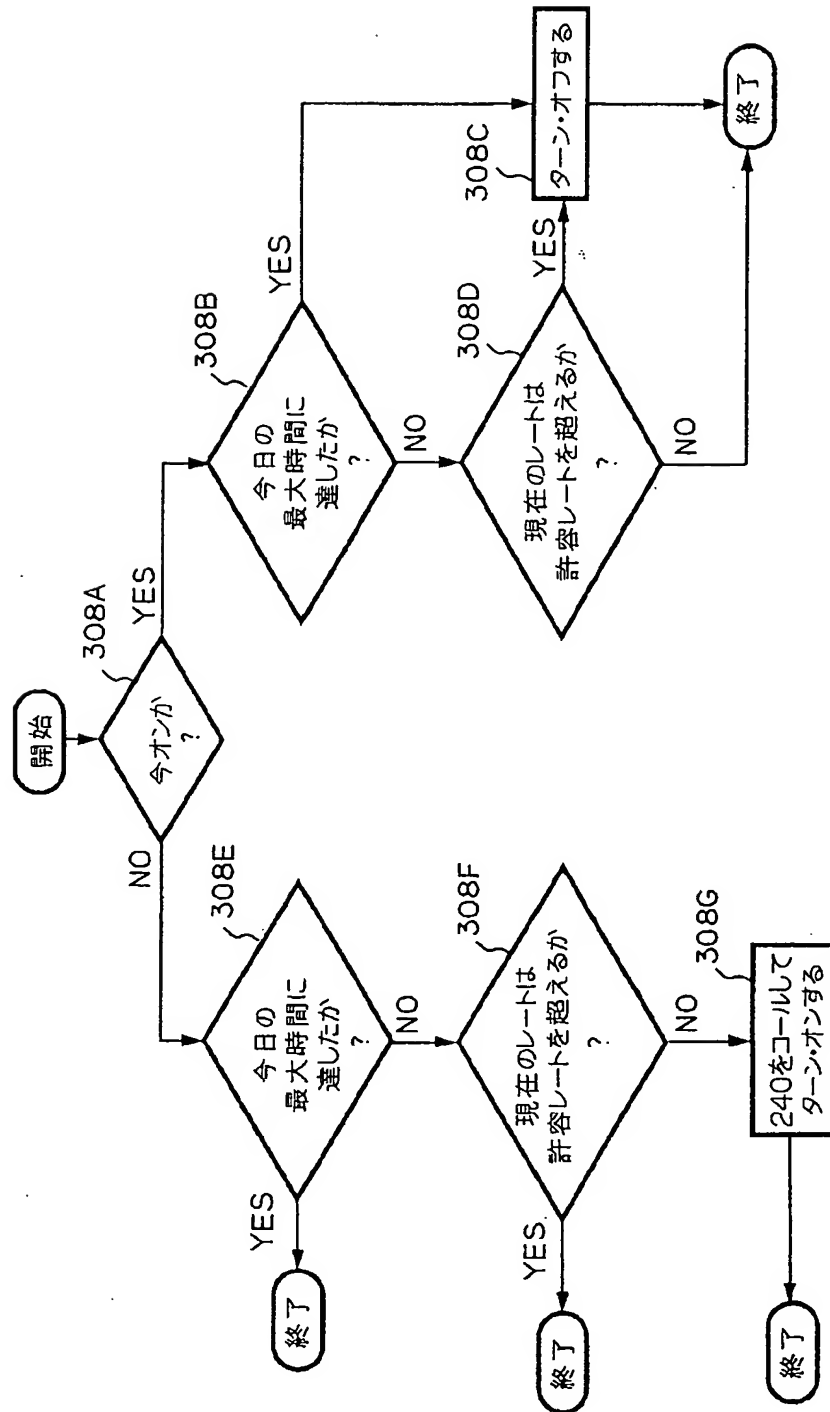


FIG. 40

## 【手続補正書】

【提出日】 1997年11月21日

## 【補正内容】

[請求の範囲] の記載を次の通りに補正する。

『1. 顧客の敷地で又はその近傍において用いられ顧客の敷地における少なくとも1つのユーティリティ負荷によって間隔をおいて測定が行われるユーティリティ消費をモニタするシステムであって、

第1のプロセッサ・ユニットと、

第1のメモリ・ユニットと、

を備えており、前記第1のプロセッサ・ユニットと前記第1のメモリ・ユニットとは、前記敷地又はその近傍に配置されており、更に、このシステムは、

前記第1のプロセッサ・ユニットと共に動作して前記負荷のそれぞれによる前記ユーティリティの消費を第1のレートでサンプリングし、前記負荷のそれぞれによる前記間隔のそれぞれにおける又は前記負荷のそれぞれ及び前記敷地による全体としての測定された消費を記述する履歴データを第2のより小さなレートで収集して記憶する手段を備えることを特徴とするシステム。

2. 前記ユーティリティは電気エネルギーであり、前記第1のレートでサンプリングされる消費は電力又はエネルギーであり、前記データはエネルギー消費である、請求項1記載のシステム。

3. 前記敷地による前記ユーティリティの消費を間隔をおいて計測する手段と、関連する間隔を基準とする前記計測された消費を収集して前記第1のメモリに記憶する手段と、を備えることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のシステム。

4. 前記計測手段は電力量計である、請求項3記載のシステム。

5. 前記間隔は約30秒である、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載のシステム。

6. 前記収集及び記憶手段は、前記負荷のそれぞれに対して、負荷電力の測定値を取得し与えられるコマンドに応答して前記関連する負荷の動作状態を制御するマイクロコントローラを含む関連する負荷の制御モジュールを含む、請求項1



ないし請求項5のいずれかに記載のシステム。

7. 前記顧客の敷地で負荷シェッディング動作を実現する要求を含むメッセージ

を通信リンクを介して受信する手段と、

前記第1のプロセッサ・ユニットの制御の下に動作し、選択された負荷制御モジュールに、対応する負荷デバイスに関する前記負荷シェッディング動作を実行するメッセージを送信する手段と、を更に備えており、

前記負荷制御モジュールのマイクロコントローラは、前記選択された負荷の中の少なくとも選択されたものを電力幹線から切り離すことを特徴とする請求項6記載のシステム。

8. 顧客が特定した負荷の動作に関する事象の予定を定めるコマンドを顧客から受信する手段と、

前記第1のプロセッサ・ユニットと共に動作し、前記顧客が特定した負荷に関連する負荷制御モジュールに、前記負荷に適用可能な予定が定められた事象を実行するメッセージを送信する手段と、を更に備えており、

前記負荷制御モジュールのマイクロコントローラが前記予定が定められた事象を実行することを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載のシステム。

9. 前記データは、時間間隔の関数として、集合的に前記敷地に対する前記少なくとも1つの電力量計の読み取り値と負荷デバイスによる前記エネルギー消費とを含む、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載のシステム。

10. 同じ時間周期に対して前記電力量計によって示される前記敷地全体のエネルギー消費に対する1つの負荷デバイスのエネルギー消費を表示するレポートを発生する手段を更に備えることを特徴とする請求項9記載のシステム。

11. 前記顧客の敷地における負荷シェッディング動作を実現させる要求を含むメッセージを、ユーティリティ提供者からのメッセージを搬送する通信リンクから受信する手段と、

負荷の動作に関するユーザが決定した規準を確立するコマンドを、ユーザの入力デバイスから受信する手段と、

前記確立されたユーザが決定した規準が満足されたときにだけ前記負荷シェッディング動作を実行するメッセージを、負荷制御モジュールに送信する手段と、  
を更に備えることを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のシステム。

12. それぞれの負荷はそれに関連して負荷タイプ識別子を有し、負荷シェッディング動作を実現させる要求を含むメッセージは所定のタイプの負荷をシェッディングする要求を含み、前記第1のプロセッサの制御の下で動作し負荷シェッディング動作を応答的に実行するメッセージを負荷制御モジュールに送信する前記手段は前記所定のタイプの負荷に対する負荷制御モジュールにだけ負荷シェッディング・メッセージを送信する、請求項11記載のシステム。

13. ユーザ入力デバイスを更に含んでおり、  
それぞれの負荷には、前記ユーザ入力デバイスへのユーザ入力によって、負荷シェッディング優先順位値が割り当てられ、

前記第1のマイクロコンピュータと前記負荷制御モジュールとは相互に通信するように構成され、それによって、前記第1のマイクロコンピュータは前記負荷制御モジュールに命令を送り、前記制御モジュールは前記命令を実行し、

前記第1の制御プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータの動作を実行させ、少なくとも1つの負荷制御モジュールに、前記受信手段による負荷シェッディング・コマンド信号の受信に応答して、前記コマンドに対応する前記負荷制御モジュールの動作を実行させる命令を送り、

前記第1のマイクロコンピュータにおいて、データ構造が、前記負荷のそれぞれに対して、それに割り当てられた負荷シェッディング優先順位を含み、

前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータを動作させ、前記データ構造の中の前記割り当てられた負荷シェッディング優先順位に応答して、負荷シェッディング・コマンドを、その優先順位レベルが前記負荷シェッディング・コマンドが動作する1又は複数の優先順位レベルに対応する負荷に対する負荷制御モジュールに送る、請求項11記載のシステム。

14. コマンドを受信する前記手段が前記第1のマイクロコンピュータと同じ

位置にある、請求項11記載のシステム。

15. 前記第1のマイクロコンピュータは、また、それぞれの負荷に対して、ユーザによって確立された所定の時間に生じる負荷事象のリストを含み、前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータを動作させ

て前記負荷制御モジュールの動作を実行し、前記事象の任意のものの実行が先に生じた負荷シェッディング命令と矛盾するときを除いて前記事象を実現する、請求項11ないし請求項14のいずれかに記載のシステム。

16. (i) 前記第1のマイクロコンピュータの前記第1のメモリにおいて、前記負荷制御モジュールのそれぞれに対して、前記モジュールによって制御される負荷に対するデバイス・タイプ識別子と、前記モジュールに対する識別と、可能な負荷シェッディング優先順位の有限の組から選択された前記負荷に対して割り当てられた負荷シェッディング優先順位と、の中の少なくとも1つを含むデータ構造を備えており、

(j) 前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータの動作を制御し、電気エネルギー提供者からの負荷制限コマンドの受信に応答して、負荷シェッディング命令を、前記モジュールによって制御される負荷に対する関連のデバイス・タイプ識別子と前記モジュールに対する識別とその負荷に対する前記割り当てられた負荷シェッディング優先順位とが前記コマンドが動作する負荷に対する負荷シェッディング・コマンドにおける仕様に一致する負荷制御モジュールにだけ送る、請求項11ないし請求項15のいずれかに記載のシステム。

17. 前記負荷制御モジュールは、前記電気幹線上の電力事故の発生の際には、その関連する負荷を前記幹線から切り離すように構成され、更に、このシステムは、前記故障終了後にはその関連する負荷の前記電気幹線への再接続を許容するように負荷制御モジュールに命令する手段を更に含む、請求項11ないし請求項14のいずれかに記載のシステム。

18. 前記負荷制御モジュールに命令する手段は、前記モジュールに命令を送って、前記故障終了の所定の時間だけ後での前記再接続を許容するが、異なるタイプの負荷に関連する異なる負荷制御モジュールに対しては、異なる所定の時間

が用いられる、請求項17記載のシステム。

19. 前記負荷制御モジュールに命令する手段は、前記モジュールに、前記故障の疑似ランダムな時間だけ後での前記再接続を許容する命令を送る、請求項17記載のシステム。

20. 前記疑似ランダムな時間は負荷制御モジュールごとに変動する、請求項19記載のシステム。

21. 前記ユーザが決定した規準は、負荷又は負荷タイプに関連するユーザが特定するエネルギーの価格限度を含み、メッセージを受信する前記手段は、負荷シェディングがもはや要求されないエネルギー価格を定義する情報を受信するように構成され、前記第1のプロセッサ・ユニットは、負荷制御モジュールに、前記ユーザが特定したエネルギー価格限度が前記エネルギー価格を超える場合にだけ関連する負荷のシェディングを実行させるメッセージを送信する、請求項11ないし請求項20のいずれかに記載のシステム。

22. 前記第1のマイクロコンピュータはマスタ・コントローラを構成し、第2のマイクロコンピュータが、顧客の敷地における前記負荷の動作を報告する二次コントローラを構成し、前記第2のマイクロコンピュータは、

前記マスタ・コントローラと通信する手段と、

メッセージを前記顧客に表示する手段と、

前記マスタ・コントローラから、1又は複数の負荷に対するエネルギー消費履歴データを取得する手段と、

要求に応答して、前記表示手段上に、前記エネルギー消費履歴データを時間の関数として記述するレポートを発生する手段と、

を備えることを特徴とする請求項1ないし請求項21のいずれかに記載のシステム。

23. 前記発生手段は、前記表示手段上に、エネルギーがその敷地で消費されるレートグラフィカル表現を更に作成する、請求項22記載のシステム。

24. 前記発生手段は、前記表示手段上に、選択された負荷デバイスがエネルギーを消費してきたレートのグラフィカル表現を更に作成する、請求項23記載の

システム。

25. 前記発生手段は、前記表示手段上に、選択された負荷デバイス又は前記敷地全体によって消費されるエネルギーのコストを時間の関数として示すレポートを更に作成する、請求項23記載のシステム。

26. (a) 前記第1のマイクロコンピュータは、相互に通信するように接続された第1のプロセッサ及び第1のメモリと、この第1のマイクロコンピュータ

による動作の実行を制御する第1の制御プログラムとを含み、

(b) 前記第2のマイクロコンピュータは、相互に通信するように接続された第2のプロセッサ及び第2のメモリと、この第2のマイクロコンピュータによる動作の実行を制御する第2の制御プログラムとを含み、

(c) 前記第1及び第2のマイクロコンピュータと前記負荷制御モジュールとは、すべてが、相互に通信するように構成され、それによって、前記第1のマイクロコンピュータは命令を前記負荷制御モジュールに送り、

(d) 前記ユーザによって前記第2のマイクロコンピュータに与えられた入力データに応答して、前記第2のコンピュータ・プログラムは、前記第2のプロセッサをして、前記入力データに対応する信号を前記第1のマイクロコンピュータに向けて送信させ、前記第1のコンピュータ・プログラムは、前記第1のマイクロコンピュータをして、所定の時間に生じる負荷事象の対応するデータベースを前記第1のメモリの中に構築する命令を実行させ、

(e) 前記第1のマイクロコンピュータは、前記第1のコンピュータ・プログラムにおける命令を実行して前記所定の時間における前記負荷事象を前記データベースから取得し、対応する命令を実行して、前記負荷を電気幹線に接続するか又は前記負荷を電気幹線から切り離す命令を前記負荷制御モジュールに送り、

(f) 前記第1のマイクロコンピュータを動作させ、前記負荷によって消費されるエネルギーの値を前記第1のマイクロコンピュータの前記データベースに記憶する、請求項22ないし請求項25のいずれかに記載のシステム。

27. 前記第2のマイクロコンピュータは、また、所定の時間に生じる負荷事象のデータベースを含み、前記第2のコンピュータ・プログラムと前記第1のコ

ンピュータ・プログラムとは、前記第2のマイクロコンピュータがオンされたときには常に、前記第2のマイクロコンピュータにおけるデータベースの内容を前記第1のマイクロコンピュータにおけるデータベースの内容に同期させることを相互作用的に実行する、請求項26記載のシステム。

28. 前記第1及び第2のコンピュータ・プログラムは、前記第2のマイクロコンピュータがオフされていた後に最初にオンされるときに、前記第2のマイクロコンピュータにおけるデータベースの内容を前記第1のマイクロコンピュータ

におけるデータベースの内容に同期させることを相互作用的に実行する、請求項27記載のシステム。

29. ユーザ入力デバイスから、負荷の動作に関するユーザが決定した規準を確立するコマンド及びデータを受信する手段と、

負荷を電気幹線に接続し及び負荷を電気幹線から切り離す少なくとも1つの負荷制御モジュールと、

前記ユーザが決定した規準に従って前記負荷制御モジュールの動作を実行する手段と、

前記第1のプロセッサによる、前記ユーザが前記プロセッサに与えた入力データに応答する動作の実行を制御する制御プログラムであって、前記プロセッサ・ユニットをして、負荷に関連する電力及びエネルギー価格の規準の少なくとも1つのデータベースを前記メモリに構築する命令を実行させる制御プログラムと、

を備えており、前記プロセッサ・ユニットは、前記コンピュータ・プログラムにおける命令を実行して、前記データベースから、前記電力及びエネルギー価格の規準を取得し、対応する命令を実行して前記規準を評価して、前記規準が満たされたときには、前記負荷を前記幹線に接続するか又は前記幹線から切り離す命令を前記負荷制御モジュールに送る、請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のシステム。

30. 前記規準は、前記ユーザが選択された1又は複数の負荷を動作させるためのエネルギーに対してユーザが支払いを受け入れる最大のレートを表し、このシステムは、更に、

ユーティリティ会社から、前記負荷の動作に対するエネルギー・レート・チャージを受け取る手段を含み、

前記第1のプロセッサ・ユニットは、前記制御プログラムにおける命令を実行して、前記ユーザが与えた最大のレートを前記電気エネルギー提供者から受け取ったレート・チャージと比較し、前記受け取ったレートが最大のレートを超える場合には、前記負荷を前記電気幹線から切り離す命令を、前記負荷制御モジュールに送る、請求項29記載のシステム。

### 31. 電気エネルギーの顧客に、外部のソースから供給される電気エネルギーの顧

客の敷地における使用に関する情報を提供する方法であって、前記敷地において用いられる電気エネルギーを計測し間隔をおいてエネルギー消費計の読み取り値を生じるステップと、前記消費計の読み取り値を間隔をおいてメモリに記憶するステップと、前記敷地における複数の負荷デバイスのそれぞれによる電力及び電気エネルギー消費を計測するステップと、前記メモリに、前記負荷デバイスのそれぞれと関連して、前記電力及び電気エネルギー消費の計測値を記憶するステップと、を含む方法において、

(a) 前記メモリを前記敷地又はその近傍に配置するステップと、

(b) それぞれの負荷デバイスに対して、前記負荷デバイスを識別する情報を前記メモリにおいて関連させるステップと、

(c) 前記敷地において、少なくとも1つの前記負荷デバイスを識別し、前記少なくとも1つの負荷デバイスによって及び前記敷地全体によって消費される電気エネルギーを時間の関数として詳細を与える情報を前記顧客に提供するレポートを発生するステップと、

を備えることを特徴とする方法。

32. (d) 前記メモリに、異なる負荷デバイス又は負荷デバイスの組に関連して、時間の関数として、前記デバイス又はデバイスのクラスのそれぞれに関連するレートを記憶するステップを更に含み、

(e) レポートを発生する前記ステップは、前記負荷デバイスのそれぞれが消費する電気エネルギーのコストの詳細を、前記関連するレートと前記負荷デバイス

が消費する電気エネルギーの量とを乗算することにより、時間の関数として与えることを含む、請求項31記載の方法。』



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Intern. Application No PCT/US 96/00165
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 H02J13/00 G01R15/18 G01R21/00 G01R21/133		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H02J G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,4 549 274 (LERNER EDWARD M ET AL) 22 October 1985 see column 2, line 37 - column 5, line 2 see column 7, line 8 - line 23 see figures 1,2,11 ---	1-3,5,22
X	EP,A,0 163 572 (SPIE BATIGNOLLES) 4 December 1985 see abstract see page 4, line 19 - page 10, line 24 see figures 1-5 --- -/--	1-3,8,9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
8 October 1996		15. 10. 96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patzhausen 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Helot, H

Form PCT/ISA/210 (multiple sheet) (July 1993)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No.

PCT/US 96/00165

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,4 367 414 (MILLER EDWARD B ET AL) 4 January 1983 see abstract see column 10, line 55 - column 12, line 51 see column 37, line 1 - column 38, line 25 see column 48, line 51 - column 51, line 7 see figures 1,18,24,25 ---	1,5
X	EP,A,0 577 532 (MERLIN GERIN) 5 January 1994 see abstract see column 2, line 49 - column 5, line 7 see column 6, line 58 - column 7, line 45 see figures 1-3 ---	1
X	US,A,4 771 185 (FERON PAUL ET AL) 13 September 1988 see abstract see column 3, line 4 - column 6, line 59 see figures 1-3 ---	22-26
A	US,A,4 218 737 (BUSCHER DAVID J ET AL) 19 August 1980 see abstract ---	1
X	US,A,4 630 218 (J. HURLEY) 16 December 1986 see abstract see column 3, line 19 - column 4, line 20 see figure 1 ---	31,32
A	US,A,4 847 780 (C. GILKER ET AL.) 11 July 1989 see column 6, line 30 - column 7, line 52; figure 5 ---	31,32
X	GB,A,2 066 969 (DEEMSTOP LTD.) 15 July 1981 see abstract see page 1, line 44 - page 3, line 50 see figure 2 ---	33,34
X	EP,A,0 288 413 (TRANSDATA, INC.) 26 October 1988 see abstract see column 6, line 26 - column 8, line 10; figure 1 --- -/--	33,34

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Intern: al Application No  
 PCT/US 96/00165

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 580 217 (HOLEC SYSTEMEN EN COMPONENTEN B.V.) 26 January 1994 see abstract see column 4, line 13 - line 34 see column 8, line 21 - line 45; figures 1,5	35,37
Y	---	38
Y	DE,A,27 43 212 (SIEMENS AG) 29 March 1979 see page 5, line 27 - line 34 ---	38
X	US,A,4 697 182 (S. SWANSON) 29 September 1987 see abstract see column 14, line 25 - line 53; figure 10 ---	39
X	US,A,5 301 122 (B. HALPERN) 5 April 1994 see column 4, line 20 - column 6, line 40 see column 10, line 56 - column 13, line 4; figures 1,3 -----	39-41, 44,45

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US96/00165

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See Annex Sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (1)) (July 1992)

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/

1. Claims 1-30,42,43: Control of loads using communication and microcomputer.
2. Claims 31,32: Monitor for allowing remote determination of the state of current in an electrical branch circuit supplying power to an electrical load.
3. Claims 33,34: Monitor for determining parameters of energy consumption by an electrical load.
4. Claims 35-38: Method of controlling the restoration of loads to an electrical power distribution system following the occurrence of a power outage.
5. Claims 39-41: Method for facilitating the preventive maintenance on an electrical power distribution system.  
Monitoring a power cable for the presence of a power signal thereon.
6. Claims 44,45: Method for supplying information about usage at the premises.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 96/00165

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4549274	22-10-85	DE-A- 3425242	24-01-85
		JP-C- 1792573	14-10-93
		JP-B- 4080617	21-12-92
		JP-A- 60035920	23-02-85
EP-A-0163572	04-12-85	FR-A- 2564651	22-11-85
		DE-A- 3562847	23-06-88
		WO-A- 8505505	05-12-85
		JP-T- 61502162	25-09-86
		US-A- 4777607	11-10-88
US-A-4367414	04-01-83	AU-B- 532683	06-10-83
		AU-A- 6576280	22-05-81
		CA-A- 1198160	17-12-85
		DE-A- 3039666	14-05-81
		EP-A- 0038852	04-11-81
		JP-A- 56082906	07-07-81
		WO-A- 8101350	14-05-81
		US-A- 4396844	02-08-83
		US-A- 4489385	18-12-84
		US-A- 4511895	16-04-85
		US-A- 4535332	13-08-85
		US-A- 4484258	20-11-84
		US-A- 4598286	01-07-86
		US-A- 4656475	07-04-87
EP-A-0577532	05-01-94	FR-A- 2693323	07-01-94
US-A-4771185	13-09-88	FR-A- 2584542	09-01-87
		CA-A- 1299239	21-04-92
		EP-A- 0208597	14-01-87
US-A-4218737	19-08-80	NONE	
US-A-4630218	16-12-86	NONE	
US-A-4847780	11-07-89	NONE	
GB-A-2066969	15-07-81	NONE	

Form PCT/ISA/218 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 96/00165

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-288413	26-10-88	CA-A- 1290400 US-A- 4884021	08-10-91 28-11-89
EP-A-580217	26-01-94	NL-A- 9201261 JP-A- 6222805 NO-A- 932406	01-02-94 12-08-94 14-01-94
DE-A-2743212	29-03-79	AT-B- 364021 CH-A- 636484 FR-A- 2404326	25-09-81 31-05-83 20-04-79
US-A-4697182	29-09-87	US-A- 4639728 DE-A- 3688706 DE-T- 3688706 EP-A- 0248137 AU-B- 605468 AU-A- 6213386 AU-A- 6869591 AU-A- 6869691 AU-A- 6869791 AU-A- 6869891 CA-A- 1258929 JP-A- 62150499 US-A- 4697180 US-A- 4682169 US-A- 4697181	27-01-87 19-08-93 11-11-93 09-12-87 17-01-91 19-03-87 21-03-91 21-03-91 21-03-91 21-03-91 29-08-89 04-07-87 29-09-87 21-07-87 29-09-87
US-A-5301122	05-04-94	CA-A- 2089315	13-08-93

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), UA(AZ, BY, KZ, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN

【要約の続き】

地の外部の世界と通信し、負荷制御モジュールに関する一次的なデータ・コレクタでありオペレータである。第2のマイクロコンピュータは、ある程度のバックアップ機能も実行する。